$ 5.– m/arg.

ANDRÉ LALANDE

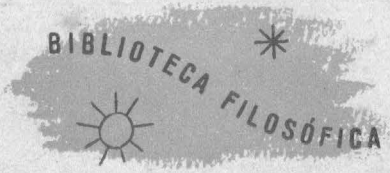
LAS TEORÍAS DE LA INDUCCIÓN Y DE LA EXPERIMENTACIÓN

EDITORIAL LOSADA, S. A.

BUENOS AIRES

ANDRÉ LALANDE

LAS TEORÍAS DE LA INDUCCIÓN Y DE LA EXPERIMENTACIÓN



EDITORIAL LOSADA, S. A.
BUENOS AIRES

BIBLIOTECA FILOSÓFICA

[PUBLICADA BAJO LA DIRECCIÓN DE
FRANCISCO ROMERO]

ANDRÉ LALANDE

LAS TEORÍAS DE LA INDUCCIÓN Y DE LA EXPERIMENTACIÒN

EDITORIAL LOSADA S. A.
BUENOS AIRES

Título del original francés:
Les théories de l'induction et de l'expérimentation

Traducción del francés por
José Ferrater Mora

Queda hecho el depósito que
previene la ley núm. 11.723

Copyright by Editorial Losada, S. A.
Buenos Aires, 1944

PRINTED IN ARGENTINA

Acabóse de imprimir este libro el 30 de diciembre de 1944
Talleres Gráficos J. Hays Bell - Brandsen 100 - Buenos Aires

PREFACIO

Esta obra constituye la redacción de un curso dado en la Sorbona con el mismo título en 1921-1922 y que apareció en la Revue des Cours et Conférences. *He agregado a ella un apéndice bastante dilatado, que el lector encontrará en las páginas 273-291, para resumir algunos importantes trabajos publicados sobre el mismo tema desde la época mencionada. A las notas que figuraban ya en la* Revue *he agregado otras que contienen en su mayor parte llamadas o comparaciones, particularmente con la substanciosa e interesante obra de L. Brunschvicg,* L'Expérience humaine et la Causalité physique, *que todavía no había aparecido cuando se dieron estas lecciones.*

En cambio, el texto mismo de la obra no ha sido apenas alterado. Inclusive en algunos pasajes conserva demasiado la forma de la enseñanza oral. Me he limitado a corregir algunas incorrecciones que he encontrado al leerlo de nuevo, a dividir frases excesivamente largas o a ordenar más claramente las oraciones embrolladas, así como a trasladar al pie de las páginas algunas referencias o paréntesis que interrumpían u oscurecían el desarrollo. Por el contrario, en dos o tres pasajes se han incorporado notas al texto, donde parecían estar más en su lugar. Después de algunas vacilaciones se ha suprimido la primitiva división en lecciones

y se ha substituído por la división en capítulos ya indicada en la citada Revue.

Al leer este estudio se recibirá acaso la impresión de que está mal proporcionado. El primero de los tres problemas señalados al comienzo ocupa casi las dos terceras partes del curso; los otros dos, el resto. Pero se trata de una desproporción que, por lo menos parcialmente, corresponde a la naturaleza de las cosas. El problema técnico exigía una documentación extraída de la historia de las ideas científicas. Mal se comprenderían, a mi entender, las actuales discusiones sobre la orientación del método experimental, sobre el papel, la naturaleza y los límites de la hipótesis útil si no se recordara cómo se ha constituído la ciencia, por lo menos a partir del Renacimiento. Como ha observado Meyerson, se han incorporado al sentido común de nuestros sabios contemporáneos, frecuentemente sin que se dieran cuenta, concepciones filosóficas procedentes de épocas anteriores que influyen eficazmente sobre sus investigaciones. Por el contrario, el problema lógico del principio *de la inducción, el problema filosófico de su* fundamento, *que no han sido planteados verdaderamente antes lel siglo XIX y que han permanecido confundidos hasta el XX, se presentan más bien como un resultado de los estudios precedentes, y, por lo tanto, pueden ser debatidos con menores desarrollos históricos. Sin embargo, para no cargar enteramente en la cuenta de la necesidad lo que también es debido a las circunstancias, debo reconocer que habría tratado con más detalle estos últimos capítulos si hubiera redactado de primera intención un libro en vez de dar un curso. Espero que la* nota complementaria *que figura al final de la obra y que se refiere casi enteramente a estas cuestiones, completará o explicará de modo suficiente lo que se ha indicado en los capítulos últimos.*

CAPÍTULO PRIMERO

INTRODUCCIÓN

La idea de la inducción. — La inducción reconstructiva. — La inducción amplificadora. — La inducción completa. Su importancia práctica y científica. — La inducción ordenada y el razonamiento por recurrencia. — Deducción e inducción. — Los tres problemas: técnica, principios y fundamentos de la inducción.

El objeto de este libro es estudiar, de un modo a la vez histórico y técnico, las diferentes teorías de la inducción y de la experimentación. Me propongo en este primer capítulo examinar los diferentes sentidos de la palabra *inducción*, así como definir y dividir el tema.

Inducción es la transcripción latina del griego ἐπαγωγή (acto de conducir algo hacia . . ., o a un punto determinado; por ejemplo, la aducción del agua a un campo; importación). Es un término del lenguaje corriente que se ha convertido en técnico y que luego ha vuelto a pasar al lenguaje habitual. Así, se habla hoy de las "inducciones" que permiten sospechar de un criminal. Actualmente se insuflan en él diversos sentidos en los que se combinan dos diferentes ideas: una de ellas se refiere al grado de certidumbre del resultado obtenido, a la idea de un avance a través de múltiples intermediarios, con lo cual no se da

al espíritu más que una confianza limitada, una indicación, más bien que una prueba, que exige ulterior comprobación; la otra concierne a la trayectoria del pensamiento que va de los hechos observados a una fórmula universal, válida para toda una clase y que, también en este respecto, tiene algo de aleatorio, lo que produce combinaciones entre esos dos elementos.

Caractericemos por lo pronto estas operaciones desde el punto de vista de su movimiento lógico, considerando la cuestión de valor o de certidumbre como subordinada a esa primera división.

1º La inducción es un razonamiento del tipo llamado "reconstructivo", es decir, que llega a afirmar (más o menos firmemente) un hecho singular gracias a los indicios que nos ponen en camino de alcanzarlo. Es el caso del diagnóstico médico, de las "inducciones" de un policía, de las "inducciones" cosmográficas o históricas que nos conducen a pensar que Marte está habitado o que, en la época del reno y del mamut, los hombres vivían en cavernas y se servían de armas y de útiles de piedra. Es en este sentido que De Launay, al hablar de la evolución de los seres actualmente fósiles, escribe que "cuando uno se arriesga a proceder de este modo *por inducción* para reconstituir teóricamente la cadena lógica de los seres organizados... se encuentra en plena incertidumbre en medio de esta peligrosa senda" [1]. Es evidente que, en el caso de la inducción reconstructiva, la conclusión es casi siempre aleatoria, pero puede poseer también todos los grados de probabilidad e inclusive alcanzar, en algunos de los casos que hemos citado, una certidumbre casi completa. No obstante, ello es excepcional, y me parece que en esos casos el lenguaje corriente evita la palabra inducción, cuya comprensión subjetiva, cuando se trata de reconstituir hechos,

1 *L'Histoire de la Terre*, 287.

contiene siempre una idea de sugestión más bien que de comprobación. Cuando Ariste ha sido llevado a la conclusión de que Trissotin no pretende más que la fortuna de Henriette, falta todavía organizar el lazo que justificará esta "inducción" [1].

En este libro dejaré de lado la inducción entendida de tal manera, inducción que pertenece al estudio del "método reconstructivo" (método de la historia, de la geología, de la paleontología; método de la prueba jurídica, etc.). Observemos, sin embargo, que volveremos a encontrar el contacto de estas dos operaciones en la inferencia de lo particular a lo particular definida por J. Stuart Mill.

2º En segundo lugar, se entiende por inducción el paso a un grado superior de generalidad, o, como se dice en una fórmula que es la traducción consagrada de un texto de Aristóteles, el "paso de lo particular a lo general": Ἐπαγωγὴ δ'ἐστιν ἡ ἀπὸ τῶν καθ'ἕκαστον ἐπὶ τὰ καθόλου ἔφοδος (*Tópicos*, I, 12, 105 *a* 13). Por ejemplo, si el mejor piloto es el más experimentado, si el mejor cochero es el más experimentado, etc., se podrá decir de un modo general que en cada profesión el mejor es el más experimentado (Aristóteles).

La fórmula "paso de lo particular a lo general" ha sido muy vivamente criticada por Goblot, y ello con razón si se considera el sentido actual de las palabras. Dicha fórmula no es homogénea: lo contrario de lo particular en lógica es lo universal; lo contrario de lo especial es lo general. Precisaría, pues, elegir y decir: o que la inducción va de lo particular (*algunos*) a lo universal (*todos*), o que va de lo *más* especial a lo *más* general (pues lo especial y lo general son siempre relativos).

Lo que explica esta fórmula actualmente viciosa es la

1 Personajes de Molière en la comedia *Les femmes savantes* (1672). (N. del T.)

historia de la palabra *general*, que durante largo tiempo ha significado *universal* al hablar de las proposiciones: *Aut semel aut iterum medius generaliter esto* [1]. En la *Lógica* de Port-Royal se encuentra en este sentido tanto la "proposición universal" como la "proposición general". Lo mismo ocurre en Newton: "In philosophia experimentali propositiones deducuntur ex phaenomenis, et redduntur generales per inductionem" [2] (*Philosophiae naturalis principia mathematica*. ad finem. Se puede observar, además, en este texto el empleo curioso del término *deducuntur*)

Por otro lado, *particular*, además de su sentido lógico, es confundido frecuentemente con *singular*: "Un simple particular, un país particular". En geometría se enuncia: "Entre todas las rectas que se pueden trazar de un punto a una recta, hay una línea particular que forma con la misma dos ángulos iguales, etc.". Finalmente, *particular* (entre muchos otros sentidos) tiene en inglés el siguiente: *each particular hair*. *Particular*, empleado como substantivo, quiere decir *circunstancia determinada, detalle distinto*.

Se comprende, pues, por qué estas palabras han sido empleadas para traducir la fórmula de Aristóteles y por qué se ha perpetuado esta costumbre. Pero esto es una explicación y no una justificación. ¿Se trata de pasar de los individuos a las clases, de las clases habituales que nos son impuestas por la vida a clases más generales, o de proposiciones particulares mínimas a leyes universales cuya incitación puede ser dada por las primeras? Hemos de procurar poseer en filosofía, y sobre todo en lógica, un lenguaje tan preciso y determinado como sea posible: "Me inclino a

1 *El término medio debe ser tomado una vez por lo menos en toda su extensión en las premisas.* Es la tercera de las ocho reglas de los silogismos formuladas por los escolásticos. (N. del T.)

2 "En filosofía experimental las proposiciones se deducen de los fenómenos y se convierten en generales por medio de la inducción." (N. del T.).

creer, decía Leibniz, que si se examinaran más a fondo las imperfecciones del lenguaje, la mayor parte de las discusiones se limitarían por sí mismas y quedaría más abierto a los hombres el camino del conocimiento y acaso de la paz".

El sentido dado por Aristóteles a su fórmula es preciso: el paso de datos singulares, es decir, de datos tomados uno a uno (estos datos pueden ser también clases: por ejemplo, clases de artesanos, especies de animales) a una fórmula global, en la cual aquéllos se encuentran totalizados. Parece no haber nada en su fórmula que evoque expresamente la noción de proposición particular en el sentido propio del término, es decir, de parcial y de indeterminado.

En el comienzo de su célebre tesis sobre el *Fundamento de la inducción* [1], J. Lachelier ha dicho que ésta consistía en el paso de los hechos a las leyes. Esta fórmula es, en general, muy exacta y ello es más fácil de realizar por el espíritu que lo particular (o lo singular) y lo universal. Mas precisa observar que los hechos y las leyes no son radicalmente distintos [2]. Creo que Whewell ha sido el primero en observar que las concepciones teóricas establecidas por una generación humana se convierten, al consolidarse, en los "hechos" sobre los cuales trabaja la generación siguiente y sobre los cuales construye nuevas hipótesis. La existencia del aire ha sido probablemente una idea explicativa antes de ser un hecho. Las leyes de Kepler han sido, un siglo después de su formulación, los hechos sobre los cuales se ha apoyado la teoría de Newton. La fórmula de Lachelier significa, pues, sobre todo, *in abstracto*, el paso

1 *Del fundamento de la inducción.* (Traducción española con otros trabajos: *Psicología y metafísica. Notas sobre las apuestas de Pascal. Estudio sobre el silogismo, etc.*, por Joaquín Xirau Palau, Madrid.)

2 Véase al fin del presente volumen las observaciones de Dorolle sobre este punto. (*Nota complementaria*, pág. 282).

de lo más especial, considerado ya como adquirido, a lo más general, todavía en discusión. En esta oposición vuelve a encontrarse algo del significado primario de la palabra "inducción".

De hecho, pueden distinguirse dos casos:

I. *La inducción amplificadora.* No sólo cada una de las cosas consideradas aisladamente es más especial que la fórmula de conjunto que se concluye, sino que la suma de los datos enumerados es por sí misma menos general que dicha fórmula. Tal es el caso —y es, desde luego, el más frecuente— en el ejemplo de los *Tópicos* que ya hemos citado: se enuncia a simple vista un juicio universal acerca de una serie de objetos cuya reunión permitiría solamente una aserción particular con el mismo sujeto y el mismo predicado (pero en la cual casi nunca piensa nadie). Se ha visto cierto número de veces que algunos rayos luminosos se reflejan en su plano bajo un ángulo igual; se enuncia que *los* rayos se reflejan de acuerdo con esta ley. Con esta clase de inducción queda vinculada siempre la prueba por experimentación. Ella es la que constituirá el objeto esencial de los siguientes estudios, pues es la que plantea los problemas más complejos y delicados.

II. *La inducción completa,* cuya diferencia respecto a la precedente hay que marcar con precisión, es la que puede adoptar la forma de un razonamiento riguroso que, según la definición de Aristóteles, va desde cierto número de datos, considerados uno a uno, a una conclusión total. Esta inducción reviste varias formas; la más clásica de ellas es la que el propio Aristóteles indica en los *Primeros Analíticos* (II, 23; 68*b* 15 y sig.). Restableciendo un orden más didáctico, puede exponerse de la siguiente manera.

Partamos del silogismo siguiente, que va de la ley a sus aplicaciones, del género a las especies:

Los animales sin hiel viven mucho tiempo;
Ahora bien, el hombre, el caballo y el mulo son animales sin hiel;
Por lo tanto, el hombre, el caballo y el mulo viven mucho tiempo.

En su formación, el silogismo es irreprochable. No contiene ningún elemento inductivo. Es un simple encadenamiento de *lexis* (proposiciones sin aserción). Ahora bien, ¿cuál es la verdad de la mayor? Si se supone que la menor y la conclusión son verdaderas, la mayor no lo es forzosamente. Sólo resultaría verdadera si introdujéramos una tercera premisa: no hay otros animales sin hiel. De este modo tendremos, por la enumeración completa de las especies, en caso de que sea posible, una inducción rigurosa que invertirá el orden lógico en el cual las cosas interdependen, pero que nos será más accesible. Esta oposición entre lo que es primero en la naturaleza y lo que es primero para nosotros (γνωριμώτερον ἡμῖν), entre lo general y lo sensible, ha sido, por otro lado, formulada frecuentemente por Aristóteles. En suma, aquí advertimos ya el principio que desempeña un papel tan importante. aunque más o menos explícito, en toda teoría del método experimental: Nos creemos en el derecho de inducir por lo que consideramos que, de tener un conocimiento suficiente de ello, estaríamos en disposición de deducir. Según Aristóteles, la naturaleza se halla estructurada en una jerarquía de géneros y especies y, por lo tanto, en una armazón de silogismos (desde el punto de vista moderno diríamos: los hechos son resultados de leyes): así, pues, podemos remontar la escala.

El ejemplo dado por Aristóteles es, por otro lado, esquemático. Él mismo sabe perfectamente que es inexacto; no en lo que concierne a la ἀχολία, a la ausencia de hiel: considera ésta como un excremento malsano que la sangre expulsa en parte en el hígado, cuya presencia constituye, en realidad, una intoxicación, una causa de debilidad bio-

lógica, y cuya ausencia significa una causa de salud [1]. Pero en lo que se refiere a la enumeración de las especies, Aristóteles no duda que haya otras; cita el elefante, el ciervo, el delfín cuyo hígado segrega, según él, un líquido azucarado. Su razonamiento, dentro del espíritu finitista de la ciencia griega, es el siguiente: si se hiciera el inventario de todas las especies que carecen de hiel se vería que todas viven mucho tiempo (y, llegando más lejos, se encontraría una *razón* fisiológica); no podemos hacerlo a causa de dificultades prácticas y, por así decirlo, accidentales.

Esta *inducción completa* (puede dársele este nombre, aunque algunos lógicos, sobre todo Mill, hayan querido reservar el nombre de inducción a la inducción amplificadora), ¿es, como se ha dicho frecuentemente, un razonamiento absurdo e inútil? No me lo parece. Por lo pronto, ocupa un lugar importante en toda la lógica de la vida corriente: casi todos los controles y comprobaciones se hacen de este modo. (Todos los candidatos, anotados uno por uno, han enviado su recibo de derechos de examen; todos los soldados de la compañía se han presentado al llamamiento; ninguna de las acciones pertenecientes a tal persona ha aparecido en las amortizaciones ya efectuadas, etc., etc.) Se obtienen así universales totalizantes que desempeñan un papel importantísimo en el razonamiento, pues sirven poderosamente para la "economía del pensamiento". Una forma secundaria, pero no menos útil y empleada, consiste en obtener por este procedimiento "universales con pocas excepciones", susceptibles de ser utilizados como verdaderos universales si se tienen en cuenta algunas excepciones necesarias: todos los nombres latinos terminados en *or* son

1 Por lo tanto, aquí más que en ninguna parte, "el medio es causa". *Segundos Analíticos*, 90 *a* 6. Sobre el conjunto de la doctrina de las "causas" en Aristóteles, véanse los impresionantes capítulos dedicados al asunto por L. Brunschvicg en *L'expérience humaine et la causalité physique*, libro VI.

masculinos, salvo *uxor*, *soror* y *arbor*; —todos los planetas tienen una rotación directa, menos Urano y Neptuno . . ., etcétera. Se consigue de este modo —lo que es bastante interesante desde el punto de vista lógico— una designación, en comprensión limitada por una enumeración en extensión.

Este procedimiento no es menos empleado en las ciencias. Aplicado a las formas, permite pasar de las especies a los géneros. Se afirma que todos los rumiantes tienen pezuñas, después de haber comprobado separadamente que ello ocurre en el buey, en el carnero, en el ciervo, en el gamo, en la gamuza, etc. Y la enumeración es completa. Inclusive es curioso observar que la operación de inducción completa, pero en el estado superior y aplicada a los razonamientos, es una necesidad de toda deducción. Es justamente lo que en las *Regulae* y en el *Método* llama Descartes *enumeratio* o *inductio*: "enumeraciones tan integrales y revisiones tan generales, que llegase a estar seguro de no omitir nada" (*tum in quaerendis mediis, tum in difficultatum partibus percurrendis*, agrega en la traducción latina). La verdad deducida sólo se comunica a las consecuencias cuando la cadena es ininterrumpida y cuando cada enlace ha sido comprobado sin olvidar ninguno. Después de ello pueden suprimirse las hojas de control y atenerse al resultado como en la eliminación de un término medio.

En matemáticas se encuentran igualmente inducciones completas, que generalmente no han sido consideradas como aplicaciones puras y simples del silogismo de los ἄχολοι[1], pero que en todo caso se aproximan mucho a él. Una de las más próximas consiste en tratar separadamente varios "casos" cuya suma cubre todo el campo del teorema que

1 Véase *Bulletin de la Société française de philosophie*, agosto de 1909, pág. 245. *Vocabulaire technique et critique*, sub. V°, pág. 373.

tiene que demostrarse o del problema que tiene que resolverse. Es el caso, por ejemplo, en geometría, de la demostración del valor del ángulo inscrito considerando el caso en que uno de los lados pasa por el centro; aquél en que el centro se halla entre los lados; aquél en que los lados no comprenden el centro. Muchas de las discusiones del álgebra se construyen sobre el mismo tipo: se consideran sucesivamente todas las relaciones posibles de los coeficientes: $a < b$, $a = b$, $a > b$; y en ciertos problemas se demuestra que una misma fórmula verdadera para cada uno de esos casos, que son los únicos posibles, es verdadera "de un modo general" (universal) y sin restricción. La extensión a todas las figuras homónimas de lo que ha sido demostrado en una de ellas es también una inducción completa, pero no una suma. Por otro lado, este problema debe discutirse separadamente, pues algunos epistemólogos consideran que en este caso hay sencillamente una aplicación de la universalidad atribuída en principio a toda operación lógica sobre términos abstractos y, por consiguiente, sobre términos virtualmente generales y no singulares. Así, pues, sólo se puede tratar a fondo este problema mostrando el papel desempeñado aquí por la construcción, lo que nos llevaría demasiado lejos.

Mencionemos, finalmente, la célebre generalización que conduce del teorema sobre la suma de los ángulos de un triángulo a la suma de los ángulos de un polígono plano cualquiera. No es, ciertamente, lo mismo, pero constituye también una inducción no amplificadora, pues consiste en un paso de lo más especial a lo más general, pero *sin posibilidad de equivocación*. Lo mismo ocurre con los grados mediante los cuales se pasa de los números enteros naturales a los números fraccionarios, a los irracionales y a los imaginarios, cada una de cuyas clases absorbe la anterior.

Esos ejemplos constituyen la transición a una forma de inducción completa muy importante que puede llamarse

inducción ordenada, es decir, la inducción en la cual la prueba resulta no solamente de la suma de las partes, sino también del orden adoptado en recorrerlas. En materia experimental, el ejemplo clásico es el que J. St. Mill ha llamado, de acuerdo con Whewell, *colligation* [1]: un navegante que regresa al mismo punto después de haber tenido siempre a la vista y a su izquierda la costa, tiene la seguridad de que ha dado la vuelta a una isla. Del mismo modo, en matemática, el orden de los elementos de la prueba que se suceden puede ser esencial a la coligación. Así, se demuestra que la suma de los términos de una progresión aritmética de 1 a n tiene la forma $\frac{n\ (n+1)}{2}$ por medio de la suma de n términos iguales formados alternativamente por el término primero y por el término n de la progresión, por el segundo y el penúltimo, y así sucesivamente hasta el agotamiento completo de la serie, que queda de este modo sumada por una especie de notación.

La cuestión se complica, pero sigue dentro del recinto de la inducción rigurosa ordenada, cuando aplicamos el razonamiento llamado "por recurrencia". No se da efectivamente la prueba para cada número, pero es considerada como indudablemente posible en virtud de la definición de la serie de los números, lo que autoriza a efectuar una conclusión de validez universal [2].

Algunos lógicos (por ejemplo, Whewell, J. St. Mill, Goblot), quisieran que se renunciara a llamar *inducción* todo lo que es un razonamiento generalizador, pero riguroso. Ello

[1] Véase más adelante el sentido exacto que Whewell daba a este término.

[2] La cuestión del infinito es secundaria aquí. Vuelve a encontrarse en la forma de razonamiento matemático que consiste en concluir que 0,3333... + 0,6666... = (rigurosamente), en todos los problemas de límites e infinitesimales.

sería lamentable, no sólo porque sería contrario a un uso antiguo, el de Aristóteles, uso frecuente y que, entre otros, ha seguido Poincaré, sino porque significaría, sobre todo, desconocer el estrecho parentesco lógico existente entre la inducción amplificadora y lo que hemos llamado inducción rigurosa. A medida que se examina un número cada vez mayor de casos se concede que el razonamiento es cada vez menos aleatorio y que se aproxima a la totalización, en donde deja de ser aleatorio en absoluto. La misma razón de continuidad hace que los matemáticos modernos consideren el cero como un número, las separaciones como elementos reales de un conjunto, etc. La probabilidad que, como veremos, desempeña un papel muy importante en la teoría de la inducción amplificadora, supone siempre una relación entre el número *total* de los casos posibles y el número de casos favorables efectivamente observados o calculados [1].

Sin embargo, se objeta que el número de casos individuales es infinito y que el número de casos observados, en realidad, es siempre escaso. Además, queda abierto siempre el porvenir para nuevos casos.

Sólo en raras ocasiones se refiere la inducción completa a casos individuales. La ciencia procede (y es uno de sus postulados fundamentales, expresamente subrayado por Bacon) como si hubiera individuación por la materia: "Hoc fit ob promiscuam rerum naturalium in plurimis, sub una specie, similitudinem; ut, si unam noris, omnes noris" [2]. Cuando hacemos una inducción completa, nuestras unidades son casi siempre clases ya formadas. Tal es

1 Véase cap. XI, pág. 251 y siguientes.

2 "Esto tiene lugar como si hubiera una diversidad semejante de cosas naturales subsumida en una sola especie, de forma que al modificarse una sola se modificaran todas." *De dignitate*, III cap. I, 2. La asimilación de las figuras totalmente homónimas en geometría se basa en el mismo principio, que será estudiado luego en detalle.

el caso para los ἄχολοι, para los rumiantes. Lo mismo ocurre en la inducción amplificadora: cuando Newton ha querido saber si todos los cuerpos oscilaban según la misma ley, ha experimentado con el oro, la plata, el plomo, el cristal, la arena, la sal, el agua, el trigo, la madera. Cuando Bessel ha proseguido en 1830 sus experiencias, ha agregado piedras meteóricas. Pero no habrían creído fortificar sensiblemente la hipótesis, en el estado actual de nuestros conocimientos, mediante la repetición de la experiencia con trozos de plomo diferentes entre sí.

El motivo de eliminar el nombre de inducción en el caso de referencia parece basarse en el deseo de poder oponer claramente las palabras *inducción* y *deducción*, como si los conceptos que representan formaran una disyunción a la vez exclusiva y completa sobre todo el campo de los razonamientos, de modo que ninguna operación lógica pudiera ser a la vez deductiva e inductiva.

Esta idea, a mi entender, lamentable, se relaciona con la antítesis clásica cuyo equívoco e incompleto carácter he subrayado ya: "paso de lo general a lo particular, paso de lo particular a lo general". Pero no hay ninguna razón de principio para que *deducción* e *inducción* designen elementos contradictorios e inclusive contrarios: "descripción" no es lo contrario de "inscripción", y nada impide que una inscripción sea descriptiva [1]. Desgraciadamente, las antítesis simples y dicotómicas se implantan con suma facilidad y tienden a convertirse en categorías fundamentales, como ha ocurrido con el realismo y el idealismo, el monismo y el pluralismo, el espíritu y el cuerpo, etc. . . .

Con el fin de permanecer cerca de los hechos lógicos y para resumir lo que precede, me parece que, de hecho, se aplica el término *inducción* a todo modo de razonar que

1 No hay en ello nada de excepcional: lo mismo podría decirse de *depresión* e *impresión*, *declinación* e *inclinación*, etc.

procede: 1º de los indicios percibidos en una realidad desconocida revelada por ellos (inducciones reconstructivas); 2º de lo más especial a lo más general (de los individuos a la especie, de las especies al género, de los hechos a las leyes; o, más exactamente, —pues, como hemos dicho, los mismos hechos son ya interpretaciones— de leyes más especiales a leyes más generales). ¿Podría agregarse "de las partes al todo" cuando no se trata del todo lógico que es el género, sino de un todo orgánico? Ello constituye el problema o, mejor dicho, uno de los sentidos del problema de lo universal concreto. Por el momento, baste dejarlo apuntado.

Establecido esto, hay inducciones reconstructivas rigurosas y otras que son aleatorias; inducciones generalizadoras rigurosas y otras aleatorias. Así, si se llama deducción todo razonamiento riguroso de tal índole que no se pueda negar la consecuencia si se niegan las premisas (Claude Bernard, Couturat, Goblot), se debe decir que ciertos razonamientos son a la vez inductivos y deductivos, como por ejemplo, la demostración del teorema sobre la suma de los ángulos de un polígono cualquiera. Si se vacila en hacerlo es probablemente porque, en la conciencia semántica media, el término *inducción* se halla asociado a la idea de riesgo lógico y de conclusión solamente probable, tanto a causa de las "inducciones" a lo Sherlock Holmes como por la inducción amplificadora que, en efecto, sugiere siempre, al reflexionarse sobre ella, un sentimiento de inseguridad y de posible decepción. Como, por otro lado, es el tipo más frecuente de inducción y conduce fácilmente al más caracterizado sofisma, no es extraño que se resienta de semejante prevención la significación de la palabra. Pero ¿se podría por respeto a este matiz definir la inducción como "aquel razonamiento cuya conclusión es sólo probable?" Esto significaría, a cambio de una ventaja insignificante, introducir una gran confusión en el uso filosófico del término.

Por otro lado, precisa observar que la posible unión del carácter deductivo y del carácter inductivo en ciertos procesos intelectuales no se refiere más que a los razonamientos y que ello no excluye una oposición de conjunto entre las *ciencias deductivas*, caracterizadas por su rigor y su marcha constructiva, sintética (en el sentido cartesiano de la "síntesis"), y las *ciencias inductivas* o, mejor dicho, *experimentales*, en las cuales predominan la experiencia, la clasificación, la inducción amplificadora y la hipótesis incompletamente comprobada. No hay que olvidar tampoco que se trata de diferencias en el estado de las ciencias y no en la naturaleza de los objetos, y que existe un movimiento continuo de uno a otro de esos estados en el conjunto y en sus partes por efecto del continuo esfuerzo hacia la asimilación de las cosas entre sí y de las cosas con los espíritus. Así, inclusive en este caso, *deducción* e *inducción* no son los miembros de una verdadera división lógica basada en un *fundamentum* común.

Establecidas estas clasificaciones, he aquí el objeto de los siguientes capítulos:

La inducción, cuando es rigurosa, se justifica por los procedimientos generales de la lógica, de los cuales, por el momento, no tenemos que ocuparnos. Pero la inducción amplificadora plantea al espíritu —cuando éste deja de ejercerla de una manera instintiva— un problema que se presenta naturalmente y que ha preocupado a los filósofos desde la época de Galileo hasta Lachelier y los pragmatistas. Es lo que se ha llamado el problema del "fundamento de la inducción". ¿Cómo y con qué derecho concluir *más* —y casi siempre *infinitamente más* de lo que se ha observado?

Parte de la dificultad me parece proceder del hecho

de que no es simple, sino que, en realidad, se compone, por lo menos, de tres problemas diferentes.

1º ¿En qué casos, en qué condiciones debe ser considerada como comprobada una proposición inducida? Dicho de otra manera, ¿cuál es el valor sinónimo, obligatorio para todos, de la prueba fundada en la experiencia? ¿Cuál es el procedimiento que debe adoptarse para llegar a la verdad así definida? En un curso anterior he expuesto la necesidad de distinguir en la lógica entre las *operaciones elementales* (equipolencia, silogismo, cálculo, etc.) y la *conducta* del razonamiento (análisis, síntesis, crítica histórica, etc.). ¿Supone la inducción operaciones elementales propias de ella, como la silogística o la aritmética, o no es ella misma más que cierta táctica intelectual? Si es una táctica, ¿cuál debe ser su disciplina para que la conclusión alcanzada sea justificada? Este primer aspecto del problema es propiamente el de la legitimidad de las inducciones: ¿cuándo podemos inducir con pleno fundamento y reclamar para nuestras inducciones el asentimiento de los espíritus razonables? Se trata del aspecto más importante y fundamental, tanto por su alcance práctico como por el lugar que ocupa en la historia desde los orígenes de la ciencia moderna.

2º Desde hace algunos años se han distinguido en todas las ciencias deductivas dos cosas que durante largo tiempo habían estado confundidas: los principios y los fundamentos. Durante siglos se ha pensado que se tenía que articular una buena cadena deductiva con proposiciones evidentes afirmadas categóricamente, impuestas al espíritu de una manera absoluta y sin posibilidad de dudar de ellas, por lo menos de un modo relativo y sin que podamos en conciencia decir que dudamos de su verdad. Pero el trabajo de análisis de los principios de las matemáticas, la creación de geometrías diversas y paralelas, la comparación del método hipotético-deductivo de las ciencias experimentales

con el método categórico-deductivo de las ciencias llamadas "de razonamiento" [1], todo ello nos ha conducido a distinguir, en todo sistema deductivo, dos clases de proposiciones que pueden coincidir sin duda, pero que son también susceptibles de ser separadas como ocurre sobre todo en la geometría contemporánea: 1º, las proposiciones más simples, más elementales lógicamente, a las cuales está vinculada toda la cadena ramificada de las proposiciones que constituyen la teoría de que se trata: es lo que se ha llamado los *principios*, o, como se dice todavía algunas veces, dando a este término un sentido nuevo y más amplio que anteriormente, los "postulados"; 2º, el sistema de las proposiciones reconocidas como *verdaderas* y cuya presencia determina nuestro asentimiento al conjunto de la teoría: estas proposiciones pueden no coincidir con las precedentes; pueden no sobrevenir más que después de varias páginas de infraestructura puramente lógica (Hilbert, Pieri, Veblen) que justifican, por así decirlo, en tanto que causa final; pueden inclusive no ser encontradas más que muy tarde en el curso de la construcción deductiva, como ocurre, por ejemplo, en óptica física, en termodinámica y en las ciencias morales [2]. Se trata de esas proposiciones que deben ser llamadas *fundamento* de la ciencia. Es en este sentido que Paul Janet escribía hace ya mucho tiempo esta frase aprobada por Durkheim: "Los hechos que sirven de *fundamento* a la moral son los deberes generalmente admitidos, o por lo menos admitidos por aquéllos con quienes se discute". Y Vailati decía: "La elección de los principios *(postulates)* depende del objetivo que se persigue y debe basarse en todos los casos en el examen de las relaciones de dependencia que se pueden establecer entre ellos y el conjunto de las proposiciones de una teoría dada . . .

1 Véase Goblot, *Essai sur la classification des sciences*, I parte.

2 *Sur une fausse exigence de la raison dans la méthode des sciences morales*, "Revue de métaphysique", enero de 1907.

Han perdido el "derecho divino" de que parecía investirles su llamada evidencia y han tenido que resignarse a convertirse no en dueños, sino en *servi servorum*, en simples empleados de las grandes asociaciones de proposiciones que forman las diferentes ramas de las matemáticas" [1]. Se pueden formular algunas reservas que no es urgente mencionar aquí. Volveremos posteriormente sobre el particular.

Esta distinción se aplica al problema que nos ocupa. Después de haber examinado la cuestión de la legitimidad técnica de las inducciones tendremos que considerar, en el sentido mencionado, el *principio* de la inducción: suponiendo que los procesos inductivos estén bien definidos, ¿pueden encontrarse una o varias reglas lógicas tales que, al establecerlas, se transforme la comprobación de las hipótesis en un razonamiento vigoroso? Es lo que, por ejemplo, se propone J. St. Mill con sus *canons* de la inducción, Es también lo que parecían buscar Kant y Lachelier cuando afirmaban que para justificar de derecho la inducción es preciso admitir antes el principio de las causas eficientes y luego, como este principio no basta y daría todavía lugar a una especie de caos determinista, el principio de las causas finales.

Pero es evidente que nosotros creemos más segura y directamente en nuestro derecho de inducir que en la misma finalidad. Muchos espíritus que admiten el primero piensan poder rechazar la segunda, cuya admisión les parece un principio demasiado oneroso. Junto a la cuestión de los *principios* hay, pues, la cuestión del *fundamento* propiamente dicho. Si todo lo que precede no es más que hipotético-deductivo, ¿de dónde viene el asentimiento real categórico y firme que damos a las verdades experi-

[1] *Leonardo*, febrero de 1906; *Monist*, octubre de 1906; recogido en los *Scritti*, 690.

mentales? ¿Cómo se explica psicológicamente este asentimiento? ¿Qué concepción de las cosas supone desde el punto de vista filosófico? Toda lógica tiene como contrapartida una idea del universo que constituye su telón de fondo, su sistema de coordenadas. "Lo verdadero, decía Bossuet, es lo que es." Sin duda y en cierto sentido debe invertirse esta fórmula: lo que es, en tanto que realidad conocida, es lo que se halla lógicamente establecido, lo objetivo, lo que vale para cualquier espíritu. Pero en todo caso queda intacto el paralelismo entre el ser y lo verdadero; el problema del fundamento de la inducción en su sentido propio se reduce a buscar en qué se funda inmediatamente nuestra confianza, lo que nos proporciona el tipo y el paradigma de la verdad de hecho.

Tales son los tres sentidos del problema que examinaremos sucesivamente, dando más extensión al análisis del primero en razón de su carácter más complejo y más afincado en la diversidad de los hechos.

CAPÍTULO II

LOS ORÍGENES DEL MÉTODO EXPERIMENTAL

Desprecio de la experiencia en la Antigüedad. - La física de Arquimedes y las recetas industriales o taumatúrgicas. - Ocultismo y alquimia. - La experiencia en la física de la Edad Media y del Renacimiento

La mayor parte de este libro está consagrada al primero de los tres problemas señalados en el capítulo precedente. Constituye, por otro lado, la base necesaria de los otros dos. En efecto, toda ciencia normativa supone una distinción espontánea, previa a la reflexión, entre lo que en su dominio es correcto o incorrecto, acabado o defectuoso. La lógica es una ciencia normativa desde el momento en que no se limita al puro formalismo (que, por otra parte, no tiene por sí mismo nada de específicamente lógico): tiene por objeto la distinción entre lo verdadero y lo falso, entre lo bien razonado y lo mal razonado. Con razón han definido su obra los lógicos de Port-Royal como "las reflexiones que han hecho los hombres sobre las principales operaciones de su espíritu", agregando que "todo ello lo hacen naturalmente, y a veces mejor, los que no han aprendido ninguna regla de la lógica que los que las han aprendido" y que "este arte no consiste en encontrar

el medio de hacer tales operaciones . . . , sino en reflexionar sobre lo que nos induce a hacer la naturaleza", reflexiones que no dejan de ser útiles. Condillac ha dicho casi lo mismo en el primer capítulo de su *Lógica,* así como J. St. Mill, al principio del VI libro de la suya, al referirse al método de las ciencias morales.

¿Cómo se ha formado el método experimental? Con el mismo rigor se podría decir que su origen es reciente o que se pierde en la noche de los tiempos. Reciente si se consideran los procedimientos sistemáticos y conscientes de exploración practicados por Leonardo de Vinci, los astrónomos del Renacimiento y Galileo, y examinados por Bacon en un nuevo *Organon;* muy antiguo si se consideran los procedimientos espontáneos racionalizados por la ciencia moderna. Hay en ello una especie de ley general. Toda racionalidad es racionalización. El empirismo puro es absurdo: lo que se llaman "los hechos" implica elementos procedentes de la actividad del espíritu y de sus tendencias. Pero el racionalismo puro no es menos absurdo: no hay para todas las épocas y para todos los pueblos un cuadro invariable de los principios del entendimiento puro. Como las naciones de que habla Vigny, nosotros nos despertamos *in mediis rebus,* en medio de un conocimiento ya adquirido y ya en movimiento. Constituye una idea falsa decir, con Hegel, que la filosofía no puede presuponer nada. La verdad es que, más que ninguna otra investigación, examina sin cesar sus presuposiciones para confrontarlas entre sí y con las consecuencias enunciadas; intenta probarlas, dilucidarlas, reducirlas. Se trata de una labor de disolución o de involución, guiada por la necesidad de acercarse tanto como sea posible a lo único y a lo idéntico. Así, pues, al llegar al límite quedarían todas eliminadas, pero esto no es más que una asíntota. Continuamente extrae un sistema lógico relativamente estable, prácticamente invariable con relación a los errores o a las fantasías

de los individuos y que representa una autoridad para ellos. Es la *razón constituída,* en la cual hay que tener confianza y de la cual es verdad casi todo lo que el racionalismo suele oponer al tradicionalismo, a la sabiduría empírica de los hombres que poseen "experiencia". "Una cosa, decía Claude Bernard, es tener experiencia; otra muy distinta, hacer experiencias." La razón constituída supone la existencia de una razón constituyente, pero no se confunde con ella más de lo que se confunden los artículos de una ley con la necesidad social a que responde [1].

En la Antigüedad se despreció generalmente la experimentación como algo manual y servil. Ello se puede ver en el característico fragmento de Eudemo (conservado por Proclo en su comentario a Euclides): "Pitágoras fué el primero que convirtió estos conocimientos (los conocimientos aritmético-geométricos) en una disciplina liberal al considerar desde lo alto sus fundamentos y al examinar (¿demostrar?) los teoremas de una manera inmaterial y racional". Véase también lo que dice Platón sobre el lenguaje de los geómetras, groseramente material en apariencia, ideal en el fondo (*República, XII*). El ideal consiste en reconstituir las cosas mediante el espíritu y sólo por él, como, por ejemplo, lo hace Arquimedes en su tratado *Sobre los cuerpos flotantes,* que es típico de esta tendencia. Comienza con proposiciones puramente geométricas y con la definición *a priori* de lo flúido: "*Hipótesis:* Se admite que la naturaleza de un flúido es tal que sus partes se hallan igualmente dispuestas y son continuas entre sí; que la que está menos comprimida es desplazada por la que lo está más; que cada parte del flúido es comprimida por el flúido que se encuentra encima de ella y siguiendo la vertical". A partir de ello, *demuestra* que la superficie de todo flúido en reposo debe ser esférica; que

[1] Véase *Revue des Cours et Conférences,* 15 y 30 de abril de 1925.

un cuerpo que posea la misma densidad que el flúido descenderá hasta que se encuentre completamente sumergido, etc. Las demostraciones se efectúan como en un tratado de geometría, a veces inclusive por reducción al absurdo. No hay ninguna referencia a la experiencia; inclusive en el curso del *Tratado* no introduce más que una sola "hipótesis" nueva: "Se supone que los cuerpos que, dentro de un flúido, se hallan impulsados hacia lo alto, lo son según la vertical que pasa por su centro de gravedad". Sea verdadera o falsa la leyenda, la experiencia ha sugerido esas construcciones, pero exactamente del mismo modo que puede sugerir al geómetra la construcción de círculos o de cilindros. Arquimedes realizaba indudablemente en la práctica algunas experiencias a título de prueba o de comprobación, pero sin hablar de ellas. Para él, la ciencia exige el encadenamiento *a priori* de ideas definidas *in abstracto.*

Si no hubiera en el mundo más que cuerpos sólidos, su tratado *Sobre los cuerpos flotantes* conservaría todo su valor demostrativo. Sólo ocurriría que no podría aplicarse a nada existente.

Este método sigue empleándose. Por medio de postulados admitidos como principios se rehace una naturaleza esquemática que se intenta adecuar tanto como sea posible a ciertos hechos conocidos. Se trata, evidentemente, de un buen procedimiento para asimilar entre sí las cosas y el espíritu, que se esfuerza en construir un objeto doble, pero según sus propias leyes y sin introducir más que pensamientos. Sin embargo, tal procedimiento ofrece grandes inconvenientes desde el punto de vista práctico. En primer lugar, hay muchos resultados que no son conseguidos *a priori.* Además, se destruye como si fuera un andamio inútil la sucesión verdadera del pensamiento creador. Se obliga a quienes se presentan las cosas de este modo a admitir nociones y principios que parecen puramente arbitrarios y que

no pueden dejar de ser obscuros para ellos más que cuando hayan llegado, tardíamente, a los efectos que constituyen sus verdaderos fundamentos. Finalmente, se enlazan mediante el análisis matemático hechos que, ciertamente, se hallan enlazados en sí mismos de modo muy distinto. Si la naturaleza "no se preocupa de las dificultades del análisis", ello se debe a que no procede por desenvolvimientos en serie ni por integrales. Las matemáticas prestan indudablmente servicios inmensos, pero no serían un verdadero instrumento de asimilación entre lo físico y lo mental más que si se compusieran exclusivamente de esas operaciones o demostraciones que Cournot llamaba "racionales" por oposición a las operaciones únicamente "lógicas", que constituyen la mayor parte y acaso la totalidad del cálculo algebraico aplicado a los fenómenos materiales.

Para ser fecundo, el método de Arquimedes tenía, pues, necesidad de ser substituído por un método menos ambicioso, más directo, consistente en hacer el inventario de la naturaleza, en describirla, a reserva de no comprenderla inmediatamente. Aunque dicho método se parece extraordinariamente a las formas más avanzadas del método experimental, constituía un obstáculo para el desenvolvimiento de este último. La idea de recoger hechos y de construir luego dispositivos materiales tales que el resultado de la observación no sea el mismo según que el curso de la naturaleza haya sido de una o de otra forma determinada: he aquí justamente lo que ha renovado la física de Bacon, de Galileo e inclusive de Descartes. De ahí la perpetua oscilación entre los dos preceptos: No intentéis adivinar por anticipado; comprobad. Intentad primeramente adivinar: la naturaleza no responde nada a quien no sabe lo que hay que pedirle.

Como lo ha hecho observar Egger [1], los antiguos sabios,

[1] *Science ancienne et moderne,* en *Revue de l'enseignement,* 1890.

inclusive en el museo de Alejandría, no han poseído jamás laboratorios. "Ciencia y experimentación eran entonces cosas distintas y casi opuestas. La idea de laboratorio estaba asociada a las de magia, de superstición, de charlatanismo." Lo que prepara más directamente en la Antigüedad la ciencia propiamente experimental son: 1º las fórmulas de los artesanos: ha habido en la Antigüedad verdaderos manuales técnicos, los tratados de mecánica práctica de Herón de Alejandría, de Vitruvio; manuales de química cuya posteridad se encuentra en las *Compositiones ad tingenda, Liber ignium,* etc.... (véanse los estudios de Berthelot sobre los *Orígenes de la alquimia*); 2º (muy estrechamente ligadas a las primeras) fórmulas taumatúrgicas: procedimientos para construir un altar en el cual el fuego se encienda por sí mismo, o bien cuyas puertas se abran solas cuando se enciende fuego. En los templos egipcios ha habido ciertamente una física de ilusionistas. Durante largo tiempo, inclusive en nuestros propios días, se han vendido con el nombre de "cajas de física", cajas con pequeños aparatos de prestidigitación: cubiletes, "pilastras de Salomón", etc....

Sin embargo, parece encontrarse una idea justa del método experimental en los médicos llamados empíricos o escépticos [1]. Parece que, en el dominio de su especialidad, tuvieron la idea de una investigación sistemática que comprendía la invención de ideas teóricas y su comprobación mediante los hechos.

La tradición de la ciencia experimental antigua ha sido prolongada en la Edad Media por los ocultistas y los alquimistas y, como consecuencia de ello, ha permanecido vinculada durante largo tiempo a su actitud espiritual. La huella

1 Véase Brochard, *Les sceptiques grecs,* libro IV: Les médecins sceptiques. Ménodote de Nicomédie (siglo I después de J. C.); Sextus Empiricus (hacia el año 200).

del secreto científico se encuentra todavía en Francis Bacon, sobre todo en sus pequeñas obras: *De Interpretatione naturae proœmium; Temporis Partus masculus, Valerius Terminus* (véase el estudio sobre el *Valerius Terminus* en el *Congreso de Historia de las ciencias,* de 1900). Bacon quiere que el libro de ciencia "lectorem sibi seponat et quasi adoptet" *(Temp. part. mas.)*. Compárese también la expresión: "Ad filios scientiarum". Su *Atlántida* es una ciudad de sabios organizada como una sociedad secreta. Inclusive se ha preguntado si no se refería a los orígenes de la masonería.

La Edad Media había heredado, pues, una masa de conocimientos empíricos confusos y más o menos sospechosos, así como la tradición matemática que se remontaba a Pitágoras y a Platón. Conocido es el papel desempeñado por los árabes en esta transmisión de saberes. Pero la asimilación de estos materiales científicos heterogéneos ha sido tardía. La idea de lo que era necesario hacer para ordenarlos, para constituir un saber verdadero dando a todos los fenómenos la forma inteligible que los matemáticos daban a algunos de ellos, parece haberse incubado obscuramente durante siglos antes de manifestarse en los sistemas de fines del siglo XVI y del XVII. Esta idea puede rastrearse claramente en Roger Bacon, franciscano, que Renan llamó "el verdadero príncipe del pensamiento en la Edad Media". Pero el mismo Roger Bacon refiere sus ideas a la influencia de un maestro poco conocido, Pierre de Maricourt, *Dominus experimentorum* [1]. Bacon era un al-

1 Algunos trabajos recientes han realzado la figura de otro precursor, Robert Grosseteste, obispo de Lincoln (Robertus Lincolniensis, Robertus Capito, 1175? - 1253). Duhem había hablado extensamente de él, pero casi exclusivamente como astrónomo, en los tomos III y V de su *Système du Monde,* en los cuales estudia también a Roger Bacon desde el mismo punto de vista. L. Baur, que había ya colaborado en la obra colectiva sobre Roger Bacon (publicada en Oxford

quimista, acusado de hechicería, y habla en sus obras de diversos procedimientos mágicos (magia natural). Hay en Roger Bacon una mezcla de errores singulares y de conocimientos muy avanzados, y sobre todo un singular poder de anticipación. Es, como se ha dicho, antiescolástico; se queja de los escolásticos, contemporáneos suyos, que lo han perseguido y que, según dice, no dejan de anatematizar "las matemáticas, la experiencia, la alquimia, la «perspectiva» (óptica geométrica)". Precisa observar esta firme voluntad de unir las matemáticas con la experiencia: toda la 4ª parte del *Opus Majus* constituye un alegato en defensa de la utilidad de las matemáticas en el conocimiento de las cosas humanas y divinas. "Se puede demostrar por las matemáticas —dice— todo lo que es necesario para la física; y sin ellas es imposible poseer un conocimiento exacto de las cosas de este mundo." La 6ª parte tiene por título *De scientia experimentali* y en ella escribe lo siguiente: "hay tres maneras de conocer la verdad: la autoridad, que no puede proporcionar más que la fe cuando está justificada a los ojos de la razón; el razonamiento, cuyas conclusiones más ciertas dejan mucho que desear si no son comprobadas; y, finalmente, la experiencia, que se basta a sí misma". Señala *(Opus tertium,* cap. XIII) que la experiencia natural es imperfecta por cuanto no tiene conciencia de su poder y no se da cuenta de sus procedimientos;

en 1914 bajo la dirección de A. G. Little) con un artículo sobre la influencia ejercida por Grosseteste, ha publicado en 1917 una extensa obra, *Die Philosophie des Robert Grosseteste,* que contiene gran número de comparaciones entre sus ideas científicas y las de Bacon: comunidad de problemas, a veces inclusive comunidad de fórmulas; elogios de Grosseteste y alusiones a algunas de sus obras. No obstante, parece claro que del uno al otro hay un progreso considerable en las ideas. Acerca de las relaciones entre la ciencia y las creencias religiosas en la Edad Media véanse los bellos *Etudes de philosophie médiévale,* por E. Gilson. (Publicación de la Universidad de Estrasburgo, 1921).

puede ser suficiente para los artesanos, pero no para los sabios. Sobre ella "hay la ciencia que consiste en hacer experiencias que no sean débiles e incompletas". Pero no se encuentran reglas precisas para conducirla. Roger Bacon conoce bien, como hemos visto y recuerda en este mismo pasaje, la función que deben desempeñar las matemáticas en esta experiencia de los sabios; ha agregado a ella lo que llama "la inspiración divina". Por medio de una crítica de los textos, Emile Charles ha sostenido que se aludía con dicho nombre a la razón, a la interpretación de la naturaleza por nuestras ideas [1]. Pero esto no es todavía evidente.

Entre Roger Bacon, muerto en los últimos años del siglo XIII, y Francis Bacon se extiende un período en el cual no se encuentra ninguna figura tan representativa de la *traditio lampadis* y del esfuerzo para la constitución de lo que llamamos la ciencia. Predomina otra forma de filosofía, sobre todo aristotélica, adversaria a la vez de la experiencia y del matematismo. Hay para ello razones análogas a las de la Antigüedad: asociación a doctrinas reprobadas: astrología, magia, hechicería (*mathematicus* equivale frecuentemente a astrólogo; *philosophus,* a alquimista); sospecha de impiedad y de charlatanismo, probablemente fundada en muchas ocasiones. Se encuentran allí casi todas las ideas que servirán luego para la edificación del método experimental, algunas veces de un modo sorprendente, pero en estado fragmentario, dispersas, envueltas en errores y con frecuencia en divagaciones extraordinarias.

La obra de la ciencia es sobre todo una obra de asimi-

[1] Véase su obra sobre Roger Bacon, notable sobre todo si se tiene en cuenta su época (1861). El abate Carton ha publicado recientemente un trabajo muy documentado y muy escrupuloso sobre la experiencia física en Roger Bacon: *L'expérience physique chez Roger Bacon* (un vol. en 8º, Vrin, 1924). Cf. del mismo autor, *L'expérience mystique chez Roger Bacon* (Id., *Ibid.).*

lación de materiales heterogéneos de procedencia diversa. Contrariamente al prejuicio evolucionista que vicia actualmente casi todos nuestros estudios (inclusive en quienes hablan desdeñosamente de la filosofía de Spencer), los orígenes de las cosas no son casi nunca unitarios y sencillos para diferenciarse progresivamente. Esto es particularmente claro en la física, cuyos orígenes son visiblemente poligenéticos: diversidad de materias sobre las cuales se ejerce la inducción de los diversos artesanos; diversidad de las regiones que han dado origen a los conocimientos; diversidad de las opiniones y de los sistemas formados en ocasión de los mismos. No se parece a un árbol, sino a un río alimentado por afluentes. Por otra parte, la ciencia, tal como la comprendemos, tiene, como el arte, necesidad de un *público*. Ello se debe a que la existencia de una comunidad de pensamiento es necesaria para la adquisición de la verdad. Acaso la existencia de ese público es el verdadero "plomo" de que habla Bacon, necesario para lastrar la inteligencia humana. La imprenta ha sido una de las causas del renacimiento científico, pero menos porque divulgaba los conocimientos adquiridos, las verdades descubiertas solitariamente por algunos hombres, que sin dicha invención hubieran permanecido casi en el secreto, que porque, al invitar a un número considerable de espíritus a conocer mutuamente sus pensamientos, permitía que sobre los mismos se ejerciera el trabajo de crítica, de control y, consiguientemente, de unificación que constituye el nervio del pensamiento racional.

No hay que extrañarse, pues, que al mirar de cerca ese período todavía mal conocido se descubran en él precursores de la ciencia tal como la entendemos actualmente. Especialmente Duhem (sobre todo en su *Système du monde* y en sus *Études sur Léonard de Vinci)* ha puesto en evidencia a hombres que prolongaron la tradición de Oxford y las ideas de Roger Bacon, particularmente en la Universidad de París y entre los partidarios del nominalismo de Guillermo de Occam. Juan Buridán, que parece haber tenido la idea de la inercia de los cuerpos en movimiento, declara —anticipando una cuestión de método que ha sido discutida hasta nuestros días— que los astrónomos, en cuanto tales, deben adoptar la hipótesis más cómoda para representar exactamente los movimientos del cielo que se observen de hecho "et non debent curare utrum sit ita in re sicut imaginantur" [1]; pero el filósofo, agrega, (el "filósofo natural"), no puede contentarse con ello; es preciso que alcance la verdad de las cosas: "sed de talibus imaginationibus eorum et aliorum philosophus habet inquirere quae sit vera et quae non"[2]. Nicolás de Oresme, contemporáneo suyo, no es sólo un buen matemático y un astrónomo que ha tenido en cuenta la idea de la rotación diurna de la tierra; ha hecho reflexiones de excelente mecánica sobre el movimiento pendular; ha definido muy claramente la representación de los fenómenos naturales por medio de *curvas* del género de las que estudia la geometría analítica y que han llegado a ser tan corrientes en las ciencias, e inclusive ha aplicado el procedimiento al estudio del movimiento variado. Su obra es conocida con el título de *De latitudinibus formarum* [3], donle *formae* designan las cualidades observables cuya variación ha de estudiarse: por ejemplo, el peso de un animal que crece, el espacio recorrido por un móvil en un tiempo dado.

[1] "Y no deben preocuparse de si ello es en sí o si es imaginado."

[2] "Pero el filósofo tiene que averiguar lo que es falso y lo que es verdadero de tales suposiciones." Véase Duhem, *Système du monde*, IV, 139. Sobre la doctrina de la hipótesis arbitraria y sobre la fórmula σώζειν τὰ φαινόμενα (salvar las apariencias), véase cap. V de este libro.

[3] Duhem ha hecho observar que este título no es del autor. Ha sido agregado posteriormente. En los manuscritos se encuentran los títulos: *De figuratione potentiarum et mensurarum difformitatum* y *De uniformitate et difformitate intensionum.*

Pierre d'Ailly (hacia 1400), igualmente afecto a la tradición de los "nominales", reproduce o desarrolla frecuentemente las ideas experimentales de Roger Bacon.

El Cardenal Nicolás de Cusa o de Cues (1401-1463) se presenta sobre todo como un pitagórico, representante de una tradición un poco diferente a la cual pertenece el *Timeo* y que no ha cesado nunca de manifestarse. Su pensamiento fundamental se encuentra en la célebre frase que Plutarco atribuye a Platón: "Dios es el eterno geómetra" (que Nicolás de Cusa entiende sobre todo en un sentido numérico). Esta idea es evidentemente uno de los factores de la ciencia. La hemos visto en Roger Bacon; volvemos a encontrarla en todos los grandes metodologistas. Se halla en un segundo plano en Bacon de Verulam, pero está muy lejos de ser olvidada por él, como frecuentemente se supone; predomina en Descartes y Newton. El Cardenal de Cusa es también un precursor por su apelación al sentido común, a la razón individual. En sus *Diálogos del idiota*, hace aparecer a un *idiota* (ἰδιώτης, un simple particular, un hombre vulgar; el que no es un profesional, un sabio de oficio y que, a pesar de ello, sabe más que los eruditos). El 4º de dichos Diálogos trata *De staticis experimentis*, en donde ensalza la importancia de la balanza para la constitución de la ciencia: "Per ponderum differentiam arbitror ad secreta rerum verius pertingi et multa sciri posse verisimiliori conjectura" (al comienzo, p. 172) [1]. Deduce etimológicamente *mens* de *mensurare* (3er. diálogo, 149) e indica las investigaciones que deben efectuarse mediante este procedimiento sobre la higrometría y la previsión de la temperatura, así como sobre la nutrición de las plantas. Proyectó también una sonda prefeccionada para medir las

1 "Mediante la diferencia de los pesos puedo juzgar lo que verdaderamente pertenece al secreto de las cosas y conocer mejor muchas conjeturas."

profundidades, procedimientos para medir las pulsaciones, etc.... Verdad es que las aplicaciones que señala son frecuentemente erróneas.

Ha escrito un tratado *De conjecturis* cuyo primer aspecto, sobre todo cuando se le relaciona con lo que precede, sugiere una concepción moderna de la ciencia y de la relación entre el pensamiento humano de las cosas y su límite, el pensamiento divino. Al comienzo del libro I, capítulo III, se lee el siguiente pasaje que tiene verdaderamente, bajo su forma teológica, un sabor de idealismo muy filosófico:

"Conjecturas a mente nostra, uti realis mundus a divina infinita ratione, prodire oportet. Cum enim humana mens, alta Dei similitudo, fecunditatem creatricis naturae, ut potest, participiat, ex seipsa, ut imagine Omnipotentis Formae, in realium entium similitudinem rationalia exerit. *Conjecturalis itaque mundi humana mens forma existit, uti realis divina.* Quapropter ut absoluta illa divina Entitas est omne id quod est, in quolibet quod est, ita et mentis humanae unitas est conjecturarum suarum unitas" [1]. "Dios crea el mundo, prosigue, como nosotros creamos la serie de los números."

Pero hay el reverso de la medalla. Estas conjeturas no son más que la función del ternario, del cuaternario, del denario, la relación del 1, 2, 3, 4 con los elementos; de 7 con los seres que se reproducen, etc.... La figura fun-

1 "Conviene que las conjeturas de nuestra mente sean establecidas como el mundo real de la divina razón infinita. Pues como la mente humana, en su semejanza con la divina, participa a su modo en la fecundidad de la naturaleza creadora, extrae de ella por la razón, a imagen de la Forma Omnipotente, la semejanza con las cosas reales. Así, pues, la mente humana posee por las conjeturas la forma del mundo, de modo análogo a como la mente divina la posee en su realidad. Por lo cual, como aquella Entidad divina es todo lo que es, así la unidad de la mente humana es la unidad de sus conjeturas."

damental de *De conjecturis*, que recuerda inmediatamente la teoría pitagórica del ὑπεροχή y del ἔλλειψις consiste en dos pirámides opuestas, cada una de cuyas bases contiene el vértice de la otra: una es Dios, "base de la pirámide de las luces"; la otra es la Nada, "base de la pirámide de las tinieblas". Del mismo modo, por una especie de ritmo hegeliano, la Trinidad es el tema del mundo, y todo se efectúa por la combinación de dos contrarios. El título *De docta ignorantia* es ya por sí mismo una aplicación de esta síntesis de los contradictorios. Además, esas "conjeturas" no son hipótesis en sentido moderno, fórmulas sometidas a ulterior comprobación. Son más bien probabilidades, afines al probabilismo de Cicerón: "... Ut homunculus, probabilia conjectura sequens". Son también conjeturas sobre el porvenir, previsiones históricas, anticipaciones *de ultimis diebus*. Todo ello es curioso, pero no interesa más que de un modo indirecto a la formación del método experimental.

Este método debe mucho más a Leonardo de Vinci (1452-1519) —sobre el cual puede consultarse a G. Séailles, *Léonard de Vinci, l'artiste et le savant;* y Duhem, *Études sur Léonard de Vinci; ceux qu'il a lus, ceux qui l'ont lu.* (Por otro lado, trata también extensamente de Nicolás de Cusa). Os he citado ya esta obra que tiene el interés de señalar la continuidad del pensamiento científico, su tensión en un mismo sentido antes de que consiguiera progresar a la vista de todos y con el consentimiento general. En Leonardo no hay ninguna exposición sistemática de método: por otro lado, lo que nos ha sido transmitido de su pensamiento consiste casi siempre en notas redactadas con vistas a sus propios trabajos. Pero los rasgos dominantes de su espíritu son la recusación de la autoridad y la desconfianza en la imaginación. Sólo "la experiencia no engaña nunca". Deplora la falsa idea de nobleza filosófica que hace rechazar como algo inferior lo que procede de los sentidos. Es preciso interrogar la naturaleza, lo cual

no puede efectuarse más que a través de nuestras sensaciones. Indica cómo se podría observar la manera que tiene de derramarse el agua haciéndola salir por diversos orificios, tortuosos o rectos, largos o cortos, redondos o cuadrados, con bordes delgados o redondeados. Dibuja un líquido en equilibrio dentro de tubos de bomba de diámetros diversos, lo que parece exactamente un esquema de prensa hidráulica. Plantea problemas cuya solución conduciría directamente al conocimiento experimental de la caída de los cuerpos: "Si un peso de cien libras cae diez veces sobre un mismo terreno desde la altura de diez brazas y se hunde de una braza, ¿cuánto se hundirá cayendo una sola vez desde la altura de cien brazas? Si un peso cae desde una altura de doscientas brazas, ¿cuántas veces más rápidamente caerá en las segundas cien brazas que en las primeras? etc...". (Séailles, 197). En sus cuadernos se encuentran numerosas páginas con cálculos o construcciones geométricas, pero siempre subordinados a la observación, destinados a la explicación o a la previsión. Se ha ocupado mucho, como Bacon y Descartes, de "ciencia activa", de una filosofía que nos convierta en dueños y poseedores de la naturaleza *(Disc. del Método)*. Posee innumerables ideas fecundas; cree que todo cuerpo *pesa en el sentido de su movimiento*, lo que equivale a la inercia. (Véase en Duhem toda la historia de la *vis impressa*, opuesta a la teoría de la prosecución del movimiento por la reacción del medio). Conoce el principio de las velocidades virtuales; ha presentido la importancia de las ondulaciones. Indica algunos medios para estudiar el crecimiento de las plantas, el vuelo de los pájaros. Como lo repetirán luego G. Bruno, Bacon y Pascal, dice que el espíritu humano es parecido a un hombre que cada vez aprende más y que la Antigüedad era la infancia del saber. Finalmente, posee plenamente la idea que la ciencia, por oposición a las discusiones escolásticas, se caracteriza por la unanimidad tranquila de los

hombres competentes: "Donde se grita, dice un hermoso texto citado por Séailles, no hay verdadera ciencia, pues la verdad tiene una sola conclusión que, una vez manifestada, destruye para siempre el litigio; y si el debate vuelve a surgir, es que se trata de una ciencia mentirosa y confusa... No se discute sobre la cuestión de saber si dos por tres hacen más o menos de seis, si un triángulo tiene en sus ángulos menos de dos rectos [1], pues toda controversia queda destruída con un eterno silencio, y los devotos de estas ciencias disfrutan en paz de sus frutos" (Séailles, 202-203).

El mismo pasaje muestra que Leonardo de Vinci creía en la posibilidad de extraer de todas las ciencias, mediante la observación directa, "principios" verdaderos y ciertos, de los cuales pudiera deducirse luego todo lo demás. Las matemáticas le parecían un ejemplo de ello. Se puede conciliar este ideal —evidentemente afectado por cierta falta de crítica— con lo que dirá posteriormente Newton acerca de la deducción a partir de los hechos observados. Pero solamente en nuestros días se han aclarado completamente las ideas sobre este punto [2].

No es posible efectuar aquí, aun sumariamente, el inventario del movimiento de ideas del Renacimiento, que se concentra y amplía en la obra resonante de Bacon. Él mismo ha indicado como precursores suyos a todos los que "a grandes gritos han llamado a los hombres al estudio

[1] Acaso surja la tentación de decir que actualmente "se discute" semejante igualdad. Pero ello no es totalmente exacto. Se *acuerda* decir que son iguales a dos rectos si se supone la existencia y la unicidad de una paralela, como se hacía en tiempos de Vinci; y se llega también a un *acuerdo* sobre las consecuencias de los demás postulados. En cuanto a saber cuál es el sistema que mejor representa los fenómenos de dimensión astronómica, *todavía no hay ciencia* sobre este punto. *Intanto si grida.*

[2] Véase el final del capítulo I.

de la naturaleza": Paracelso (aunque trata con mucha severidad sus teorías), Severino el Danés, Telesio de Cosenza, que Galileo llamaba "el padre venerable de la filosofía", y Bacon, "el primero de los modernos"; Patrizzi de Venecia; su compatriota Gilberto (a quien se deben, no sólo las palabras *eléctrico, electricidad,* sino estudios de observación muy bien fundados). Bacon se ha burlado un poco de él por su exceso de sistematización. Dice que ha querido deducir toda la filosofía de la teoría del imán, pero, en realidad, el *De magnete* de Gilberto es una obra de gran alcance, que no ha dejado de influir ni sobre el progreso del método experimental ni sobre la idea de la gravitación universal tal como ha sido nuevamente planteada y completada por Hooke y Newton. "Para hacer descubrimientos y para extraer las causas ocultas de las cosas, decía Gilberto en el prefacio al *De magnete,* las experiencias dignas de fe y los argumentos demostrables proporcionan razones mucho más sólidas que las conjeturas probables y las opiniones de los que filosofan al modo ordinario. Sólo después de haber comprobado durante largo tiempo las cosas por la experiencia, pueden exponerse a partir de hipótesis probables."

Pero al lado de ellos podrían mencionarse a muchos otros. Rémusat, que ha escrito una buena obra sobre Bacon, ve en Vives uno de los que han preparado este movimiento científico. Ello debería examinarse. Con seguridad se puede citar a Cesalpini, excelente biólogo observador, que hace profesión de aristotelismo, pero que adapta a las ciencias la lógica aristotélica. "Alcanzamos, dice, el conocimiento perfecto por tres grados: Inducción, División, Definición. Por la Inducción reunimos las semejanzas y concordancias extraídas de la observación; por la División reunimos las semejanzas y las oposiciones; por la Definición formulamos la esencia verdadera de cada ser" *(Qaestiones peripateticae,* 1569). Esto se parece mucho a las tablas de Bacon cuando

se les da su verdadero sentido. Lo mismo ocurre con Maurolycus, Benedetti, J. B. Porta *(Magia naturalis,* 1589, y muchas otras obras). Además, los astrónomos, sobre todo Copérnico *(De revolutionibus orbium coelestium,* 1543, con un curioso prefacio sobre el cual insistiremos al hablar de la naturaleza de la hipótesis [1]). Finalmente, los mismos contemporáneos de Bacon, más jóvenes que él y que le han sobrevivido, cuyos trabajos puede haber conocido, aunque, como parece, no los haya aprovechado en absoluto: Galileo, Kepler, Campanella.

¿Cuáles han sido los grandes móviles de este movimiento científico del Renacimiento, que culminó en el establecimiento de las fórmulas fundamentales de la experiencia científica?

Uno de ellos se ha señalado con frecuencia: la renovación, por causas bien conocidas, de todas las doctrinas antiguas: atomismo, pitagorismo, platonismo, inclusive la física de Parménides, opuestas al aristotelismo. El *plasmodium* renueva tanto la vida del pensamiento como la de las amibas. El ramismo, que es una expresión de este eclecticismo, contribuyó mucho a la difusión del espíritu nuevo. Tuvo una resonancia considerable hasta un punto que apenas podemos imaginarnos hoy. Estuvo decididamente al servicio de la idea de *método,* que debía imperar luego en toda la reforma filosófica. Divulgó la fe en la razón tal como cada cual la halla en sí mismo, revelación interior y universal, considerada más segura que la tradición. (Véanse los textos citados por Waddington al final de su tesis sobre Ramus, "verbis nempe usus quae forte Malebranche non dedignaretur"). Estuvo también al servicio de la experiencia por cuanto recomendó extraer la lógica, *a posteriori,* del estudio de las obras maestras de la elocuencia y de la geometría. Pero el propio Ramus, si bien fué matemático, no era físico. Deseaba encontrar un físico que desarrollara la filosofía natural de acuerdo con sus principios. Desgraciadamente, no parece que este proyecto hubiera sido realizado.

[1] Véase capítulo v, pág. 100.

Una acción más directa en el sentido de la experiencia y de la observación de las cosas la constituye el culto de la naturaleza y de la vida que reinó al final del siglo XVI (Rabelais, Giordano Bruno, etc.). Este culto tuvo un aspecto bueno y otro malo. Si la sana física fué ya generalmente perseguida en la Edad Media, ello se debe acaso a que frecuentemente se aliaba no sólo con tendencias antiescolásticas, sino también, hay que confesarlo, anticristianas. Compárese la frase de Pascal sobre toda la filosofía (física) "que no merece dedicarle una hora de esfuerzos". E inclusive desde un punto de vista puramente racional, existe ciertamente entre la ciencia y la vida una antinomia que no debe ser olvidada. Frente a la idea del dualismo, de la naturaleza corrompida, de los sentidos, como instrumentos de seducción y de pecado, de la salvación por el desprecio hacia la vida, el Renacimiento extiende a raudales el amor por las realidades físicas: el pampsiquismo, opuesto a la trascendencia, domina durante todo el siglo XVI. No parece dudoso que este estado de espíritu, demasiado simplista desde el punto de vista filosófico y peligroso desde el punto de vista moral, no ha sido por ello menos útil para el desarrollo de la física y de la historia natural.

En su reciente obra sobre Campanella, Blanchet ha subrayado este carácter, mostrando también otro peligro de esta embriaguez simpática que hacía ver en todas partes analogías entre la naturaleza y el alma humana: la insuficiencia de crítica y de espíritu mecanista, la creencia en la posibilidad de producir los efectos más maravillosos por medio de la acción sobre el alma de las cosas. Un poco después, hacia el siglo XVII, hubo, por el contrario, una reacción excesiva en sentido inverso: la ausencia del sentimiento

de la naturaleza durante la época clásica. Pero este amor entusiasta hacia la vida, esta "primavera", este aumento de ideas y de esperanzas producidas por él han sido provisionalmente muy útiles para hacer entrar la observación y la experiencia en el campo del conocimiento científico.

CAPÍTULO III

LA INDUCCIÓN BACONIANA

1º El punto de partida

Bacon, sus admiradores y sus enemigos. - Su vocabulario. - Su objetivo: el descubrimiento de las "formas" de las diversas "naturalezas", es decir, de las contexturas o movimientos elementales que constituyen los fenómenos sensibles. - Su método: la Historia natural, las Tablas; su verdadero sentido.

Bacon es el más discutido de los filósofos ilustres.

Descartes se refiere a él sobre la manera de hacer experiencias útiles (volveremos luego sobre el particular) y pueden encontrarse numerosas huellas de sus lecturas baconianas. En Francia, Gassendi, Peiresc, Sorbière han hablado de él en los términos más elogiosos y que parecen expresar la opinión filosófica de su tiempo. Inclusive en Inglaterra, a pesar de la conocida condenación que afectaba a su carácter moral y a su vida de hombre político, se le elogió constantemente, especialmente por Boyle y por los fundadores de la Royal Society, que llega a ser presentada por su historiador Sprat como la realización de sus planes. En su *Confessio naturae contra atheistas*, Leibniz lo llamaba *divini ingenii vir*, y en un paralelo entre los espíritus penetrantes (*ingenia acuta*) y los grandes espíritus (*magna ingenia*), señalaba a Bacon como tipo de estos últimos y

lo consideraba en este aspecto como superior a Descartes (*Leibniziana*, Ed. Dutens, VI, 303). El siglo XVIII francés se ha entusiasmado en general con sus ideas y previsiones. D' Alembert hace de Bacon un magnífico elogio en el *Discurso preliminar* de la Enciclopedia y parece inclusive otorgarle más genio personal que a Newton. El lenguaje corriente ha conservado el nombre de inducción baconiana para significar le inducción amplificadora sistemática: es el título de uno de los capítulos del *Tratado de lógica* de E. Goblot.

En cambio, en su *Historia de Inglaterra*, Hume lo compara con Galileo, pero para decir que no ha conocido la geometría y que es muy inferior a este último como filósofo, como escritor y como sabio; que es acaso inclusive inferior a Kepler, lo que, por otro lado, provocó una respuesta muy enérgica de Dugald Stewart [1]. Joseph de Maistre, en su violenta reacción contra la filosofía baconiana del siglo XVIII, dice de él que constituye la raíz y origen de todo el materialismo, el sensualismo, el ateísmo y el espíritu de libertinaje de los filósofos del siglo XVIII; basándose en un pasaje de Cabanis dice: "Se puede ver que Locke es el sucesor de Bacon, lo cual es indudable; se puede ver que Locke, a su vez, engendró a Helvetius, y que todos esos enemigos del género humano, incluyendo el mismo Cabanis, descienden de Bacon" (*Philosophie de Bacon*, cap. XX). En su *Vida de Newton*, Brewster lo ha depreciado mucho. También ha sido hostil para Whewell. En 1863, el célebre químico Liebig escribió en *Ueber Fr. Bacon von Verulam* un violento ataque que, por otra parte, se explica acaso teniendo en cuenta cierta animosidad personal contra los sabios ingleses de su época. Finalmente, Thomas Henri Martin, en su obra sobre *Galileo* (1868), muy documentada

1 *Elementos de la filosofía del espíritu humano*, 2ª parte, cap. IV.

y que fué muy estimada en su tiempo, considera a Bacon como otro Américo Vespucci, como el que robó al astrónomo italiano el honor de dar su nombre al *Novus orbis scientiarum* [1].

Si Bacon es el más discutido de los filósofos, es también el pensador cuyas doctrinas han sido más diversamente interpretadas. Dejo de lado las acusaciones de materialismo y de ateísmo. Basta leer sus obras para ver la parte importante que desempeña en ellas la idea religiosa. Es Bacon quien ha dicho que un poco de ciencia aleja de Dios y que mucha ciencia conduce a él. Uno de sus traductores, Lasalle, a fines del siglo XVIII, ha creído inclusive conveniente suprimir de su obra todo lo que llamaba "sus padrenuestros", que consideraba como una concesión a los prejuicios de su época. Pero no hay ninguna razón para suponer este ateísmo velado y esta diplomacia. Bacon caracteriza perfectamente las leyes científicas elementales como una verdadera legislación divina y, dadas sus costumbres y el espíritu general de su obra, no puede comprenderse qué otra idea hubiera podido tener acerca de ellas.

Por otro lado, se oye decir corrientemente que Bacon es el último escolástico y no un iniciador de la ciencia moderna, pues hace girar todo su método en torno a la vieja noción de las formas aristotélicas; que no ha comprendido nada de la función de las matemáticas en el conocimiento

1 Sobre la influencia de Bacon y lo que se ha dicho a favor y contra el filósofo, véase la recopilación, extraordinariamente prolija y detallada, del Padre Sortais en su *Philosophie moderne*, tomo I, cap. VIII (págs. 426-523). Inclusive ha tenido el cuidado de indicar el silencio de algunos autores en obras en las que parecía inevitable ver mencionado a Bacon. Sin embargo, podría hacerse alguna adición más a esta documentación tan notable y que proporciona una idea tan elevada del puesto ocupado por Bacon en la historia del pensamiento, especialmente en lo que se refiere a los recuerdos baconianos en la obra de Descartes.

de la naturaleza; que es sensualista y rehusa conceder al espíritu todo principio de actividad propia; y, finalmente, que sus "tablas de inducción" son, en una forma menos elaborada, las mismas que los tres primeros "Cánones" de J. Stuart Mill.

Vamos a ver, siguiendo el orden de las operaciones que indica, hasta qué punto estas apreciaciones tan corrientes se hallan en desacuerdo con los hechos.

Pero, ante todo, precisa hacer una observación sobre su lenguaje. Este no es escolástico más que en apariencia en la selección de los términos. El mismo Bacon lo ha dicho de la manera más precisa: equivocadamente o no, estima que hay que practicar en filosofía natural la política que tan buenos resultados dió a los emperadores romanos respecto a los nombres de las magistraturas, y poner bajo el signo de las palabras tradicionales significaciones nuevas: "Vocabula antiqua retinere, quanquam sensum eorum et definitiones saepius immutemus, secumdum moderatum illum et laudatum in civilibus novandi modum, etc." [1]. (*De Dign.*, III, cap. IV. Véase todo el párrafo I de este capítulo, donde se desarrolla la idea con insistencia y justamente como introducción a lo que llama la "metafísica", es decir, la teoría de las "formas".)

Contrariamente a los escolásticos (por lo menos a la tradición escolástica común, con excepción de la corriente llamada algunas veces antiescolástica, representada, entre otros, por Roger Bacon), el autor coloca la acción por encima de la especulación. Su objetivo es el mismo que el perseguido por Leonardo de Vinci y Descartes: una ciencia activa, laboriosa, "que nos convierta en dueños y poseedores de la naturaleza". Es lo que llama, con algunos de los

1 "Conservar los términos antiguos, aun cuando alteremos frecuentemente su sentido y significación, de modo análogo a aquel prudente y ensalzado modo de innovar que ellos tuvieron en los asuntos civiles."

filósofos del Renacimiento, la "magia natural" [1]. Mas para promover de esta manera el poder humano no hay más que un camino: conocer la naturaleza verdadera, íntima, de cada una de las propiedades sensibles que nos interesa. "Super datum corpus novam naturam sive novas naturas generare et superinducere opus et intentio est humanae potentiae" [2]. (*Nov. Org.* I, 1.) Estas "naturalezas" son propiedades, cualidades sensibles, como, por ejemplo, el blanco, el rojo, el calor, la transparencia, la dureza, la volatilidad, la vegetación. La naturaleza de un cuerpo —por ejemplo, el oro —es la suma de las "naturalezas" que lo constituyen: densidad, color, reacciones químicas. Bacon concibe como Leibniz un alfabeto de los pensamientos humanos, cualidades elementales, en número limitado, que constituyen las cosas. Estas cualidades, consideradas tal como son en sí mismas, no en su aspecto aparente y relativo a nuestros sentidos, es lo que llama las *formas*. "Datae autem naturae formam, sive differentiam veram, sive naturam naturantem, sive fontem emanationis (ista enim vocabula habemus, quae ad rei indicationem proxime accedunt) invenire, opus et intentio est humanae scientiae." [3] (Continuación del aforismo anterior.) Observar la frase "*ista* vocabula", pronombre de la segunda persona y, como se sabe, peyorativo; son las fórmulas de la parte adversa, de la tradición, que Bacon quiere reformar. Por otro lado, agrega un poco más

1 No hay, pues, que sorprenderse cuando dice que la *Sylva Sylvarum* es ya por sí misma una magia natural.

2 "La obra y la intención del poder humano es engendrar e inducir del cuerpo dado una nueva naturaleza, es decir, las nuevas naturaleza."

3 "La obra y la intención de la ciencia humana consisten en descubrir la forma de la naturaleza dada, o sea, la diferencia verdadera, la naturaleza en sí misma o el origen de su manifestación (pues poseemos estos términos que permiten definir la forma de un modo aproximado)."

lejos: "Cavendum et monendum quasi perpetuo ne cum tantas partes Formis videantur a nobis tribui, trahantur ea quae dicimus ad formas eas quibus hominum cogitationes hactenus assueverunt" (*Ibid.*, II, 17). Sería difícil ser más explícito y prever mejor el contrasentido.

La forma es lo que hace que la "naturaleza" sea en sí misma tal como es en sí, *in ordine ad universum, non in ordine ad hominem*. Es en este sentido que llaman también a las formas, *causas* o *leyes del acto puro* (considerado en sí mismo). Vale más, dice, disecar la naturaleza que reducirla a abstracciones (*naturam secare quam abstrahere*). Esto es casi ya el programa de los partidarios de las hipótesis de estructura contra el neo-positivismo. Es lo que ha hecho, prosigue Bacon, la escuela de Demócrito, que ha penetrado mejor que las demás en la naturaleza. Lo que hay que considerar ante todo es la materia, sus *esquematismos* (disposición de las partes elementales, estructura microscópica y ultra-microscópica como diríamos hoy) y sus *metaesquematismos* o modificaciones de esas estructuras, y, finalmente, la ley del acto o del movimiento: "Las formas no son más que ficciones del espíritu humano si no se quieren llamar de esta manera las leyes de la acción" (*Nov. Org.*, I, 51). Dice también con frecuencia *schematismus latens*, *processus latens* para marcar su carácter elemental, invisible por su pequeñez, y caracteriza este método como una especie de extensión de la "anatomía" (*Nov. Org.*, II, 7).

No deben buscarse de una sola vez y de repente los esquematismos o procesos de cuerpos o de fenómenos complejos, tales como un roble, un león, o inclusive como el agua, el aire o el oro: "Esto equivaldría a perder el tiempo". Hay que comenzar por alcanzar las formas más sencillas, tales como el calor, la densidad, el peso y el color. Por ejemplo, se supondrá (a reserva de comprobarlo luego más completamente) que la forma o el esquematismo del color blanco consiste en la estructura de los cuerpos formados

de dos cuerpos transparentes, pero de desigual densidad, cuyas partes alternan regularmente (*De dignit.*, III, IV, 11). La forma del calor es probablemente "motus expansivus, cohibitus, nitens inter partes minores, cum impetu nonnullo. (*Nov. Org.*, II, 20.) En el *Valerius Terminus* compara la variedad de las "formas" de los colores con diversas figuras regulares que cubren una superficie, por ejemplo, *a blank, a chequer, a fret and a medley*. Descartes ha hablado de ello casi en los mismos términos en la XII[a] de las *Regulae* [1] que, por otro lado, se hallan grávidas de alusiones a las fórmulas baconianas.

Si, por ejemplo, no se considera el color blanco más que en ciertas materias determinadas, observando las circunstancias en que se produce —como el blanco de la espuma o el de la nieve causados por la mezcla imperceptible de una multitud de pequeñas partes alternativas de aire y de agua o de hielo—, se tiene de él un conocimiento *físico*. Es lo que Bacon expresa, según el método que hemos señalado, por medio de términos aristotélicos: el conocimiento de la causa material unido al de la causa eficiente es, dice, el dominio de la física. Pero no hay ninguna duda acerca de lo que entiende por ella, pues lo dice justamente a propósito del ejemplo que acabamos de citar. Si se quiere ir más lejos y descubrir la causa formal o "forma" en sentido baconiano, se hará "metafísica" también en sentido baconiano, tal como él define con cuidado y opone a la física. Como hemos visto ya, esta forma no es otra cosa que la ley general cuyos esquematismos de la espuma, de la nieve y de la leche no son más que casos especiales: "At in

[1] Véase en la *Revue de Métaphysique*, mayo de 1911; "Sobre algunos textos de Bacon y de Descartes". Se puede observar también que Descartes emplea "forma" en un sentido muy parecido al de Bacon: por ejemplo, *Discurso del Método*, VI, parágrafo 3.

metaphysica, si fiat inquisitio, hujusmodi quidpiam reperies: corpora duo diaphana (dos cuerpos transparentes cualesquiera) intermixta, portionibus eorum opticis simplici ordine sive aequaliter collocatis, constituere albedinem" (*De Dign.*, III, IV). A la metafísica, pero a una segunda parte bien distinta de la citada, pertenece también el estudio de las causas finales, que frecuentemente se supone han sido proscritas por Bacon, pero que, en realidad, éste ha querido solamente distinguir de la investigación de las causas físicas y de las formas, con la cual se confunden con demasiada frecuencia con detrimento de la ciencia verdadera.

Esta "interpretación de la naturaleza" mediante figuras y movimientos que no afectan directamente a nuestros sentidos parece haber sido, por lo pronto, para Bacon como una especie de secreto filosófico que no debía revelarse más que con prudencia a algunos adeptos que no abusaran del poder que el mismo confiere. ¿Hay en estas fórmulas ocultistas una tradición alquimista? Pierre Janet, en su tesis latina, *Baco Verulamis alchemicis philosophis quid debuerit*, en la que me parece coloca a Bacon demasiado cerca de los escolásticos, ha mostrado en todo caso de un modo indudable que había recibido aquellas influencias.

Sin embargo, en sus principales obras no se manifiesta más que raramente este carácter ocultista. La interpretación de la naturaleza mediante las formas es presentada en ellas como una respuesta a los dos problemas esenciales que plantea el comienzo del *Novum Organum*:

1º Desde el punto de vista del conocimiento, es la esencia misma de las cosas, tal como Dios la ve, que substituye en nuestro pensamiento a su apariencia humana y relativa; las cualidades primarias, como se dirá posteriormente, que, poseyendo una realidad metafísica, substituyen a las cualidades secundarias, que no son más que apariencias. *Scientia est essentiae imago*: *La ciencia es imagen de la esencia.*

Las leyes científicas que podemos descubrir se articulan jerárquicamente en una pirámide y tienden hacia el ideal, acaso inaccesible, pero extraordinariamente atractivo, de la ley única, "opus quod operatur Deus a principio usque ad finem, summaria nempe naturae lex". ¿Es esta página la que recordó Taine al hablar del axioma eterno que se pronuncia al llegar a la cima de las cosas? Su fórmula se parece más a la de Bacon que a las de Spinoza o de Hegel.

2º Desde el punto de vista del poder, la metafísica de las formas no es menos eficaz. Si sólo se sabe calentar el hierro golpeándolo, si sólo se sabe calentar la madera encendiéndola, se dispone de muy pocos medios. Pero si se conoce la forma universal del calor, el proceso común que constituye su esencia cualquiera que sea la materia en que se manifieste, sobrevienen posibilidades de acción infinitamente variadas: "Secunda res quae hanc metaphysicae partem de formis nobilitat, haec nimirum est, quod potestatem humanam maxime emancipet et liberet eamque in amplissimum et apertissimum operandi campum educat... Causae enim physicae novis inventis in simili materia ansam praebent; at qui formam aliquam novit, novit etiam ultimam possibilitatem superinducendi naturam illam in omnigenam materiam" (*Nov. Org.*, 12) [1].

Como el método tiene por objeto la determinación de estas "formas", no debe de ninguna manera descubrir causas en el sentido de Dugald Stewart o de J. St. Mill, es decir, antecedentes invariables e incondicionales que preceden

1 "No menos importante es en esta metafísica que averigua las formas el aspecto que consiste en emancipar y liberar del modo más completo el poder humano y en abrir un ancho camino para la acción... Pues las causas físicas conducen en la misma esfera a nuevas invenciones, y quien averigua la forma, averigua también la máxima posibilidad de aplicar los caracteres de aquella naturaleza a toda materia formada del mismo modo."

en el tiempo al fenómeno objeto de estudio [1]. La esencia es estrictamente "contemporánea" del fenómeno mismo.

¿Cómo descubrirla? No a la manera de los antiguos cuando han intentado concebir las formas, ya sea como Ideas o inclusive como las esencias matemáticas puramente imaginarias del *Timeo*. Esto significaba ir demasiado de prisa: *gliscit intellectus humanus*, el espíritu humano tiende siempre, ya sea en el paso de una explicación a otra, ya sea en la invención de las razones de las cosas, a desbocarse. Su estado normal es la inquietud. En vez de saber detenerse en lo que es "positivum", dado como un hecho cierto, pero contingente (*Nov. Org.*, I, 48; hay en esta noción bastante compleja de lo positivo una analogía con el "derecho positivo" [2]), reclama siempre algo más inteligible, más primitivo. Idea muy profunda, que afecta a la substancia del problema moderno del positivismo y de los "irracionales" en la ciencia. Lo importante es, pues, no dejarse arrastrar por la imaginación natural. Desconfianza bastante notable en un temperamento imaginativo como el de Bacon, cuyo estilo es un perpetuo fuego de artificio de metáforas y de analogías, frecuentemente sorprendentes por la riqueza o lo imprevisto de las correspondencias que descubre. Quiere reaccionar contra todo el ejemplo del siglo XVI, que no se ha desvinculado de la autoridad más que para lanzar a la imaginación a una carrera desenfrenada. Es necesario proceder metódica, prudente e inclusive pesadamente *per gradus debitos*. Es uno de los preceptos más conocidos de

1 Fowler, en su excelente edición comentada del *Novum Organum*, parece haber descuidado completamente este punto. Penetrado de las ideas de Mill, formula frecuentemente contra su autor objeciones que suponen que la "causa" baconiana es un antecedente invariable e incondicional.

2 Se observará que parte de la terminología baconiana es de origen jurídico. Nuestra epistemología conserva más de una huella de esta manera de pensar.

la lógica baconiana. Pero, por otro lado, hay en esta lentitud minuciosa de las observaciones y de las comprobaciones una consigna que la ciencia no ha modificado hasta la fecha.

Se sabe que no sólo la *Instauratio magna* en su conjunto, sino también el *Novum organum*, que constituye la segunda parte (tenía que haber seis partes) han quedado incompletos. La parte de la obra redactada contiene el programa de varias operaciones sucesivas para realizar en colaboración y poco a poco, dejando bien seguro cada pie, como dirá luego Claude Bernard.

1º Acumular hechos, base de todo lo demás, es el objeto de la historia natural. Otro error clásico que debe señalarse aquí: la división "historia, poesía, filosofía" no es en Bacon, como habitualmente se afirma, una división de las ciencias, sino una división de toda la cultura humana que puede enseñarse en el sentido más general (*doctrina humana*). Filosofía y ciencias son para él términos sinónimos: "Historiam et experientiam pro eadem re habemus, quemadmodum etiam philosophiam et scientias [1]".

2º Confeccionar tablas para clasificar esos hechos, de tal manera que se realce por comparación lo que tienen de característico y se eliminen las interpretaciones imposibles. Se trata de la parte más frecuentemente citada del método inductivo de Bacon.

3º El movimiento del "intellectus sibi permissis", la operación que consiste en dar rienda suelta al espíritu con el fin de que invente lo que los hechos por sí mismos no podrían proporcionar.

4º Después de esta operación debía encontrarse otra parte que no ha sido tratada o de la cual no poseemos más que fragmentos insignificantes. Dicha parte debía con-

1 *De Dign.*, II,1, 5. La misma fórmula vuelve a encontrarse en otros pasajes, especialmente en III, 1, 1.

sistir en la "rectificación de la inducción" y con ello en la constitución de la ciencia definitiva, *philosophia secunda*.

Examinemos estos diferentes puntos.

En primer lugar, la "historia natural", donde *historia* quiere decir aquí recopilación de hechos, de cosas comprobadas. Es el sentido etimológico de la palabra griega. La expresión "historia natural" ha seguido empleándose; representa la documentación sobre los hechos de la naturaleza opuesta a la interpretación, que es siempre posterior, al descubrimiento de leyes. Es precisamente por ello que los biólogos modernos han substituído dicha expresión por la de ciencia natural, que supera los puntos de vista de la descripción y de la clasificación. Bacon ha recogido un número considerable de datos y hechos de toda clase, acumulados, por otro lado, sistemáticamente, sin crítica, con la intención de comprobar más tarde lo que había en ellos de verdadero o falso. Con frecuencia indica que será preciso averiguar si los hechos ocurren verdaderamente de tal modo (por ejemplo: *De dignitate*, II, 2, acerca de las ciencias ocultas; *Sylva sylvarum*, I, 2, 25, 28, 33, 34, 35; *Nov. Org.*, II, 14, etc. Véase también lo que ha dicho Rawley en su prefacio a la *Sylva Sylvarum*).

Bacon ha llamado *Sylva Sylvarum* a la más importante de estas recopilaciones. Literalmente significa "Bosque de los bosques", lo cual no parece tener ningún sentido. Hay que entender, pues, "Bosques materiales". La palabra griega ὕλη, materia, se traduce en latín por *sylva*. Por otra parte, *materia* significa propiamente *madera* para la construcción (la derivación española *materia-madera* es un ejemplo de esta significación). Hay, pues, en este título de Bacon una especie de juego de palabras que quiere decir: materiales para construir la ciencia y, además, colección abundante de estos mismos materiales.

Existe asimismo una serie de obras en las cuales Bacon ha recopilado los documentos especiales referentes a cuestiones determinadas; por ejemplo: *Historia densi et rari*, tabla de las densidades de los cuerpos; diferentes causas de dilatación o de contracción que los hacen variar; *Historia ventorum*, recopilación de hechos sobre los vientos, sobre las circunstancias en las cuales se producen, sobre los vientos que soplan de un modo regular, sobre los fenómenos meteorológicos concomitantes; *Historia vitae et mortis*, etc.

Poseemos, finalmente, en *De dignitate et augmentis scientiarum*, libro V, una teoría del descubrimiento (*inventio*). El título genérico es: "La caza de Pan". Pan representa el universo, el dios de la naturaleza y, al mismo tiempo, el dios de los cazadores, el símbolo de la "experientia sagax". La caza de Pan significa todos los procedimientos que se pueden utilizar para perseguir la naturaleza, para intentar descubrir los fenómenos todavía no advertidos o no observados hasta entonces [1].

Bacon opone este procedimiento por medio de la caza de Pan a la inducción por enumeración simple, la cual entiende en doble sentido: 1º la inducción aristotélica, que consiste en enumerar todas las especies conocidas de un género con el fin de extraer de ellas una propiedad general referente a dicho género; 2º en un sentido más amplio, el substitutivo de la inducción aristotélica (pues ésta es casi siempre impracticable), consistente en acercarse todo lo posible al caso ideal, esquemático. De hecho, y como el propio Aristóteles ha reconocido, no se procede por enumeración completa de las especies de un género o de los individuos de una especie, sino por una enumeración tan vasta como sea

[1] El simbolismo de este nombre resulta complicado por el recuerdo del mito según el cual Pan, durante una caza, descubrió por azar a Ceres, que los otros dioses habían buscado en vano, lo que Bacon interpreta en el mismo sentido que la fábula de Atalanta: cuando se intenta conocer universalmente se descubren las verdades útiles para la vida. (*De dign.*, II, cap. XIII; Ell. y Sps., I, 522 y 529.)

posible; siempre que se encuentra una serie de hechos concordantes sin que haya ningún ejemplo contrario, se supone que se puede formular una generalización aproximada. Esto es lo que se entendía corrientemente por inducción antes de Bacon. Éste la define "in qua non repreritur instantia contradictoria".

Se trata de un método que debe utilizarse al comenzar la investigación, pero que le parece tan insuficiente como la silogística.

Bacon da también a esta caza de Pan el nombre de "experientia litterata", es decir: experiencia en la cual se registran los fenómenos, experiencia filiada y anotada, experiencia en la cual el científico no se fía simplemente de sus impresiones o de su memoria. La experiencia del sabio, decía Claude Bernard, no debe entenderse en el sentido en que se habla de un viejo médico que "tiene experiencia". También aquí la idea capital es la de documentación metódica.

La caza de Pan comprende una serie de procedimientos. Indicamos aquí algunos ejemplos:

Variación de la experiencia. — Cuando se ha observado un hecho relativo a cierta materia, hay que trasladarlo a otra materia. Se sabe fabricar papel con trapos, dice Bacon; intentemos ver si se podría fabricar con otras substancias y cuáles serían las propiedades de este papel hecho con substancias diferentes. Cuando se ha observado un hecho en medio de cierto orden causal, hay que trasladarlo a otro orden: los cristales de aumento concentran los rayos solares; ¿producirían un calor apreciable concentrando los rayos lunares? ¿Concentrarían también el color oscuro? ¿El frío? Una bala de plomo de una libra de peso tarda diez segundos en caer de una torre: ¿cuánto tiempo tardará una bala de dos libras? (Bacon agrega que el tiempo de su caída será casi igual al de la primera, pero que debe medirse con exactitud.)

Prolongación de la experiencia. — En general, se han

estudiado los fenómenos de una manera bastante breve; habría que saber lo que ocurre con un fenómeno cuando el experimentador no se limita a prolongarlo sólo algunos momentos. Por ejemplo, la primera acción del fuego, cuando se la prolonga, es una destilación: ¿qué efecto produciría sobre los mismos cuerpos la acción del fuego prolongado durante largo tiempo? El mercurio se solidifica momentáneamente en el plomo fundido que se enfría [1]: ¿se solificaría definitivamente repitiendo la operación?

Traslado de la experiencia. — Se anotarán, por ejemplo, los procedimientos de los artesanos; se efectuará una recopilación de los mismos tan completa como sea posible (idea reanudada posteriormente por Diderot y d'Alembert en la *Enciclopedia*) y se intentará aplicarlos a otro sector distinto del industrial en que habitualmente se emplean.

Inversión de la experiencia. — Se hacen actuar en sentido inverso las causas que se saben utilizar habitualmente. Una viga de hierro conduce rápidamente el calor desde la parte inferior a la superior y con más lentitud desde la parte superior a la inferior: ¿se produciría el mismo efecto si se enfriara cuando está caliente? Etc., etc.

Bacon indica otros procedimientos. En resumen: es necesario —dice— remover todas las piedras del edificio de la naturaleza y no contentarse con ver lo que se presenta espontáneamente. Hay que buscar los hechos ausentes, los hechos que se ocultan (comparación de Samuel al inspeccionar los hijos de Isaías sin olvidarse de pedir si había alguno que estuviese ausente).

Desde la Antigüedad (no es ya Bacon el que aquí habla, y agrego esta observación puesto que ello me parece constituir el interés principal de la primera parte de su obra, su *Historia natural*) se encuentra, al seguir la historia

[1] No he podido saber qué experiencia ha sugerido esta singular interpretación.

de la física, una lista limitada de problemas alrededor de los cuales se centraban todas las investigaciones. Los sabios se ocupaban de mecánica, es decir, de máquinas, como aquéllas cuyo recuerdo está asociado al nombre de Arquimedes y de las que he hablado al referirme a los alejandrinos; se ocupaban del movimiento de los proyectiles, de hidráulica, de cuestiones que constituían el tratado de Arquimedes sobre los cuerpos flotantes; se ocupaban de cuerdas y de tubos sonoros, de la medida de los pesos y de las densidades, de lo que se llamaba la perspectiva, es decir, la teoría de la reflexión y de la refracción de la luz. Esto es todo o casi todo; los trabajos no trascendían de este círculo.

En Bacon surge una idea absolutamente diferente y enteramente nueva: la idea de constituir inventarios tan *completos* y de hacer revisiones tan generales como sea posible desde un doble punto de vista. En primer lugar, quería intentar prever todas las ciencias posibles, confeccionar el cuadro de lo que llamaba "Novus orbis scientiarum", el cuadro de todos los géneros de estudios y de todas las categorías de problemas en los cuales no se había pensado hasta entonces. Facilita de ello una larga lista al final del *De Dignitate et augmentis scientiarum*. En esta lista se encuentran cosas muy nuevas y muy curiosas, algunas de las cuales se han realizado posteriormente, como la teratología, la anatomía comparada, la teoría de la fascinación, la gramática filosófica.

Bacon intenta efectuar un inventario completo desde otro punto de vista: desde el punto de vista de todas las observaciones que se pudieran acumular sobre cada problema. Lo que ante todo le importa es que no se siga generalizando rápidamente a base de la observación de algunos fenómenos usuales, que no se siga "remontando" rápidamente hasta los "axiomas" más generales (es decir, hasta las proposiciones más generales) para deducir inmediatamente de ellas, por vía silogística y de razonamiento más o

menos regular, toda clase de aplicaciones, sin preocuparse de los procedimientos rápidos que habían llevado a dichas generalidades.

Tal es el primer estadio. El segundo está constituído por las tablas. Estas tablas son muy conocidas. Hay tres: tabla de presencia, tabla de ausencia, tabla de grados.

Tabla de presencia. — "Super naturam datam primo facienda est comparentia ad intellectum omnium instantiarum notarum, quae in eadem natura conveniunt, per materias licet dissimillimas" [1]. Estos términos deben aclararse. "Comparentia ad intellectum . . .", la comparecencia ante la inteligencia. *Comparentia* es un término técnico de la jurisprudencia. Bacon era canciller; hablaba en ciencia la lengua de los juristas, y no sólo en este caso, sino en muchos otros. La misma idea de la ley natural, que tanto ha contribuído a desarrollar, es una idea jurídica. Bacon considera las leyes de la naturaleza, *leges, canones*, como la legislación positiva que Dios le ha dado [2].

Hay que hacer comparecer, pues, ante la inteligencia "omnes instantias notas . . .", todas las instancias conocidas. *Instantiae* es una palabra latina calcada sobre el inglés *instance*; quiere decir: todos los ejemplos, todos los modelos o muestras de hechos, como, por ejemplo, todos los casos de volatilización, de disolución o de dilatación, todas las instancias conocidas " . . .quae in eadem natura conveniunt . . .", que convengan a la misma naturaleza, que sean semejantes unas a otras por ser ejemplos de la misma naturaleza.

[1] "Lo primero que hay que hacer frente a la naturaleza dada es hacer comparecer ante la inteligencia todos los ejemplos conocidos que convengan a la misma naturaleza a través de las materias más diferentes."

[2] Por ejemplo: "Eam autem legem, ejusque paragraphos, formarum nomine intelligimus". (Entendemos con el nombre de formas aquella ley y sus cláusulas: *Nov. Org.*, II, 2). Cf. *De Dign.*, II, IV, 11.

He indicado antes lo que significan para Bacon las "naturalezas"; son las cualidades que se trata de explicar, cuya interpretación debe ser buscada "... per materias licet dissimillimas", a través de las materias más diferentes.

En resumen, el objeto de la "Tabula presentiae" consiste en partir de una misma cualidad, de un mismo fenómeno, buscar todos sus ejemplos y confeccionar una tabla donde consten los casos y circunstancias más diversos.

Bacon, por ejemplo, ha estudiado el calor mediante este método. Para esta "naturaleza" tenemos el ejemplo de los rayos solares, del rayo, del fuego, de las aguas termales, de los cuerpos vivos, de las fermentaciones, de los rozamientos y fricciones, etc. Señala veintisiete casos, seguidos, por otro lado, de la mención "alia"; hay todavía otros muchos y está muy lejos de haberlos enumerado todos. Algunos son muy curiosos. Por ejemplo, el caso 27 es el frío que quema. Cuando en invierno se toca algo muy frío, tal como un trozo de metal expuesto a la escarcha, se experimenta una sensación de quemadura. Hay que anotarlo en el cuadro, por cuanto procedemos, como Bacon dice, "historice", recogiendo todos los hechos tales como se presentan, "absque contemplatione praefestina", sin prematuras teorías, "aut subtilitate aliqua majore", y sin introducir en ellos más sutileza de la necesaria para un primer inventario. Sabemos que el "frío ardiente" es un caso excepcional, pero hay que anotarlo y buscar inmediatamente lo que pueda haber de explicable en este caso, lo que hace que tengamos la misma sensación al tocar un trozo de hierro muy frío que un objeto muy caliente.

La segunda tabla es la llamada *tabla de ausencia*. La palabra ausencia no indica exactamente su propósito. El título exacto es: "Tabula declinationis sive absentiae in proximo", "Tabla de separación (en inglés, *declination*) o de ausencia en los casos próximos".

No se trata de recoger *todos* los casos en que un fenó-

meno dado que se trata de interpretar no se producirá; se trata solamente de reunir los casos análogos a los primeros, que corresponden sucesivamente a ellos y en los cuales todas las circunstancias sean sensiblemente las mismas, pero sin que figure la cualidad estudiada. "Fiat comparentia ad intellectum instantiarum quae natura data privantur."

Estas tablas se confeccionan del siguiente modo. Bacon examina nuevamente sus veintisiete casos y coloca delante de cada uno de ellos uno o varios casos próximos, pero sin presencia de calor. "Ad primam, prima; ad primam, secunda ...; ad secumdam, prima ... etc."

Por ejemplo, ha enumerado los rayos solares; anota el eclipse y las circunstancias que se observan en él: el calor desaparece y el sol desaparece al mismo tiempo: todas las circunstancias observadas son las mismas, excepto una. Las llamas ordinarias son calientes; es preciso poner como contrapartida la luz que se observa al romper azúcar en la obscuridad, los fuegos de San Telmo, etc. El hierro que se disuelve en el ácido nítrico lo calienta; el plomo, la plata, no producen el mismo efecto. Hay ejemplos positivos a los cuales no se opone ningún caso negativo correspondiente. Para otros no hay propiamente hablando una ausencia comprobada, sino la indicación de una experiencia a realizar: por ejemplo, colocar un termómetro (*vitrum graduum*) en un recipiente cerrado durante algunos días para saber si es verdad que el calor aumenta por sí mismo en el aire confinado.

Así, en presencia de cada ejemplo de la primera serie hay dos, tres, cuatro ejemplos de la segunda serie que forman la tabla de ausencia.

La tercera tabla es la *tabla de grados* o, como dice también Bacon, la tabla de comparación: "Tabula graduum sive comparativae". Hay que entender, según creo, "com-

parativae presentiae", de presencia comparada. He aquí cómo la define:

"En tercer lugar, hay que hacer comparar ante la inteligencia los ejemplos en los cuales la naturaleza investigada se encuentra en mayor o menor cantidad (*secumdum magis et minus*) ya sea en el mismo objeto, ya sea en objetos diferentes".

Y Bacon agrega este texto, muy importante para comprender su idea de la forma y de la inducción de las formas:

"Como la forma de una cosa (es decir, de una cualidad, de una propiedad o de un dato sensible que hay que interpretar) es *ipsissima res,* la cosa en su propio fondo; como la cosa no difiere de su forma más de lo que difieren la apariencia y la realidad, lo externo y lo interno, lo que es relativo al hombre y lo que es relativo al universo, resulta de un modo general que no debe admitirse como forma de una naturaleza dada (como su mecanismo o su estructura interna) más que una naturaleza que disminuye perpetuamente cuando la naturaleza en cuestión disminuye y que aumenta perpetuamente siempre que la naturaleza en cuestión aumenta".

Es de este modo que Bacon señala cuarenta y un ejemplos de casos en los cuales vemos aumentar y disminuir el calor sin saber todavía cuál será la forma que aumentará y disminuirá al mismo tiempo. Se trata de hacer una recopilación lo más amplia posible de todos los casos en los que podamos observar la variación; luego se busca cuál es la naturaleza (en el caso presente, el proceso latente) que, como consecuencia de los hechos observados, puede ser considerada como algo que aumenta o disminuye siempre que la cualidad observada aumente o disminuya.

A base de estos ejemplos, Bacon sabe que hay casos dudosos. Como ha observado a propósito de la *Sylva sylvarum,* dice también aquí: "En vez de historia comprobada y de ejemplos ciertos nos vemos obligados pura y

simplemente a referir algunas veces tradiciones o cosas que se saben de oídas; por ello me he servido de las expresiones "fiat experimentum", o "inquiratur ulterius" (*Nov. Org.,* II, 14).

Se trata de precauciones cuya utilidad se ha demostrado enteramente. Con frecuencia se ha reprochado a Bacon la introducción de hechos que no eran científicos, por no ser suficientemente comprobados. Pero, de acuerdo con su método, esta etapa era provisional; se trataba sobre todo de dar ejemplos tan amplios y numerosos como fuera posible, pero con la indicación respecto al porvenir: "Comprobaremos estos ejemplos; investigaremos si hay algunos que son inventados e intentaremos substituirlos por otros, pues dispondremos de ellos en número creciente a medida que tengamos un ejército de investigadores que escudriñen lo que hay bajo todas las piedras de la naturaleza".

Por consiguiente, Bacon no se hace ninguna ilusión. No le falta espíritu crítico; ha anotado los hechos, pero los ha anotado con un signo de interrogación: "adjecta dubiae fider et auctoritatis nota".

Se ve la profunda diferencia existente entre el método baconiano y el método de J. St. Mill, el método de los "cánones de la inducción", como J. St. Mill lo llama en su *Sistema de Lógica.* La diferencia se refiere a dos caracteres esenciales y fundamentales.

Ante todo se trata para J. St. Mill de antecedentes invariables e incondicionales, a los cuales llaman causas. Para Bacon no se trata de antecedentes invariables e incondicionales, sino de la estructura interna o del movimiento imperceptible que existen en oposición a la apariencia. En segundo lugar, se trata para J. St. Mill de un método de demostración, de un sistema de prueba. Examinaremos este punto en detalle al hablar del esfuerzo de J. St. Mill para transformar el método inductivo en un sistema análogo a una silogística o a un álgebra. En Bacon, por el contrario, se

nos ofrece un método de sugestión, pero de sugestión prudente. Por un lado, se trata de sugerirnos lo que puede ser la forma, y, por otro, de precavernos contra las divagaciones de nuestra imaginación mediante la inspección permanente de todos los documentos del litigio, de todas las piezas del proceso, para seguir utilizando el lenguaje del jurista Bacon. No debemos permitir que nuestra imaginación divague por la región de hipótesis que no pueden tener ninguna solidez: podemos esperar inclusive que la mera inspección de estas tablas bien ordenadas, eliminando rápidamente todo lo inadmisible, no dejará subsistir más que una sola idea verdadera.

Podría, sin embargo, hacerse una reserva a esta oposición radical. El propio J. St. Mill, en los capítulos de su *Lógica* que siguen a los cánones de la inducción, ha reconocido que en la práctica no era posible limitarse a ellos. Ha hablado de la pluralidad de las causas, de la mezcla de los efectos, de la dificultad de aplicar sus propios cánones tal como él los especifica. Ha llegado con ello a la constitución de un método que llama deductivo, es decir, en el sentido que otorga a esta palabra, del método de hipótesis conjetural, más próximo a la idea baconiana [1]. Pero esto no es más que una reserva de detalle; en cuanto al principio, a la orientación, a la fórmula de que se sirve, las dos oposiciones son precisas y claras. Lo que hay de común entre los dos métodos es simplemente las condiciones generales de comparación y de eliminación. Por otro lado, estas propiedades lógicas podrían encontrarse también en ciertas partes de la silogística y en el método matemático.

[1] Véase más adelante, cap. IX, págs. 193-194.

CAPITULO IV

LA INDUCCIÓN BACONIANA

2º La interpretación de la naturaleza

La eliminación. - La intervención de la idea: intellectus sibi permissus. - Los ejemplos privilegiados. - La escala de la interpretación. - La summaria naturae lex. - El papel de las matemáticas y el racionalismo de Bacon. - Bacon y Galileo.

Pasado el período de constitución de las tablas llegamos a la tercera etapa, que Bacon llama la "inductio vera", la verdadera inducción, por oposición a la inducción "por enumeración simple" que he intentado definir antes y que tiene su origen en el ἐπαγωγή de Aristóteles. Por medio de las tablas y una vez éstas confeccionadas y a disposición del investigador, se pueden rechazar todas las naturalezas que no pueden encontrarse en cierto ejemplo dado donde se encuentra la naturaleza que se quiere estudiar. Digo todas las naturalezas, es decir, todas las formas, pues el mismo Bacon utiliza a veces el término "naturaleza" como abreviatura de "naturaleza simple" para las formas que, en el pensamiento, son siempre en sí mismas naturalezas simples.

Así, un tratado de música de nuestros días dice: "El sonido es una vibración del aire". La vibración es un fe-

nómeno perceptible de la misma manera que el sonido es un fenómeno perceptible. Hallar la forma de una cosa no es, pues, pasar a un sector diferente de aquel en que actualmente nos encontramos; es simplemente encontrar la cualidad sensible que existe por sí misma y que existía de una manera objetiva, substituir —para emplear el lenguaje moderno— las percepciones derivadas y complicadas por percepciones más sencillas, elementales y fundamentales, de la misma forma que substituimos por un movimiento, percepción tactil o cutánea, un color o un sonido, que representan un grado de complicación más avanzada en la serie del desenvolvimiento sensorial y cerebral.

Es por ello que Bacon cree poder decir que el problema consiste en encontrar "una naturaleza que esté siempre presente y siempre ausente con la naturaleza dada, que aumente o disminuya cuando esta última aumenta o disminuye". Esta primera operación convertirá, por decirlo así, en humo todas las opiniones volátiles, y hará que quede, como en el fondo de un crisol, "forma affirmativa solida et vera et bene terminata", una forma afirmativa, sólida, verdadera y bien determinada, "que es verdaderamente la cosa en sí misma despojada de todo lo que no sea ella" (*Nov. Org.*, II, 15-16).

Observad cómo este procedimiento, el método de eliminación, tiene todavía algo de moderno. ¿Cuál es actualmente el punto de vista de la técnica? Voy a anticipar algo sobre lo que veremos luego en detalle, pero es desde este punto de vista que resultan interesantes las cosas. La historia de la filosofía valdría bien poco si buscara solamente curiosidades históricas; los hechos no tienen derecho a ingresar en ella más que en la medida en que desemboquen, directa o indirectamente, en lo verdadero. La ética, como decía Windelband desde un punto de vista aproximado a éste, es la teoría del conocimiento de la historia.

El gran procedimiento de demostración de las hipótesis consiste en establecer, en primer lugar, el campo de las hipótesis posibles sobre un fenómeno dado; en segundo término, en eliminar algunas a causa de la existencia de hechos que no permiten conservarlas. Las hipótesis formadas no son demostradas casi nunca de una manera positiva: la que se admite (a veces se admiten algunas) es la que permanece entre todas las que podemos formular una vez eliminadas las concepciones inadmisibles o extremadamente inverosímiles como consecuencia de experiencias incompatibles con sus consecuencias.

Esto es lo que encontramos ya en forma imperfecta en el método baconiano; en él se trata de hacer una eliminación y una selección. La única diferencia es que Bacon cree que esta eliminación es mucho más fácil y segura de lo que es en la realidad.

En lo que se refiere al calor, por ejemplo, el razonamiento que hace supone que había en el espíritu una lista de hipótesis posibles. El calor, dice, no puede ser el producto de una composición determinada de los cuerpos, como parece serlo el color (recuérdense los ejemplos casi cartesianos que han sido citados en el capítulo anterior). En efecto, los cuerpos de más variada composición son susceptibles de arder y de producir calor. El calor no puede ser tampoco de la misma naturaleza o de la misma esencia que la luz, pues hay cierto número de cuerpos —por ejemplo, un trozo de hierro caliente, o bien agua hirviente— que no emiten luz, que a veces no han sido sometidos a la acción del fuego y que, a pesar de ello, producen calor. Vamos a eliminar todas las hipótesis: ¿qué es lo que queda?

Quedará otra hipótesis entre las que Bacon podía formar: el calor consiste en un movimiento extremadamente rápido de las pequeñas partículas de los cuerpos, lo que constituye la hipótesis todavía generalmente admitida, la

hipótesis que ha tenido un gran éxito desde el punto de vista de la teoría cinética de los gases y de la relación entre la agitación molecular de los gases, su temperatura y su presión.

Para efectuar una eliminación completa, de acuerdo con el ideal de Bacon, precisaría poseer una tabla perfecta y completa de todas las "formas de la primera clase", es decir, de las cualidades elementales, de las cualidades más simples, como, por ejemplo, entre los procesos físicos, el movimiento de traslación, la vibración, la rotación.

Si poseyéramos esta tabla, si tuviéramos en nuestro poder el alfabeto de la naturaleza, como dice Bacon, rechazaríamos sucesivamente *a, b, c, d, f, g, h;* no quedaría más que la forma *e*, característica del fenómeno. Así podría procederse hasta el final. Pero como no puede procederse hasta el final hay que emplear otro método, que consiste, no en efectuar la eliminación completa, sino en ensayar y comprobar. "La verdad sale más fácilmente del error que de la confusión" ha dicho (otra fórmula frecuentemente citada cuyo origen baconiano no es siempre reconocido). "Creemos, pues, útil conceder en este momento al espíritu el permiso de seguir su movimiento natural, *permissio intellectui*" (*Nov. Org.*, II, 20).

Hasta el presente, en efecto, nos hemos esforzado siempre en lastrar la inteligencia, en impedirle que inventara demasiado rápidamente y demasiado a la aventura, como corresponde a su movimiento espontáneo (I, 19-22). En este momento aflojamos la brida, le permitimos "se accingendi", hacer un esfuerzo, intentar, de un modo afirmativo y ya no sólo negativo, por eliminación, *la interpretación de la naturaleza.* Esta clase de ensayo *(tentamenti)* es llamado "interpretación esbozada" (*inchoata*) o "primera vendimia" (*vindemiatio prima*). (II, 20.)

Siguen toda una serie de especulaciones libres en las que Bacon deja ir a su imaginación por todas partes, inclusive si después tiene que rechazar lo que no conviene.

Desde el momento en que no se dispone de la lista completa de fenómenos elementales hay que proceder de tal modo en la práctica. Inmediatamente debe efectuarse la "rectificación" y la "comprobación" de esta primera hipótesis [1].

Aquí nos detenemos, pues el *Novum Organum* está incompleto. Y la continuación que poseemos no nos hace avanzar por este camino. Bacon indica en ella procedimientos intelectuales auxiliares, "reliqua auxilia intellectus", algunos de los cuales parecen ser simplemente un perfeccionamiento de las tablas y otros, por el contrario, un nuevo paso adelante. El primero de estos procedimientos consiste en las "praerogativae instantiarum" (otro término jurídico): los ejemplos que poseen una prerrogativa. En derecho romano, esto corresponde al privilegio de la tribu que tenía que votar primero; se trata, pues, de los ejemplos a los cuales hay que dirigirse en primer término como los más instructivos al comenzar la investigación. Bacon distingue un gran número de clases: veintisiete. Casos de alteración de un cuerpo en una sola cualidad, casos de máximo y de mínimo, relaciones de analogía (la pata y el ala), casos únicos, monstruosidades, transiciones entre las especies, enlaces constantes entre ciertos caracteres, etc.

Hay, además, las famosas experiencias cruciales, a las cuales consagra un capítulo bastante largo, y las "Instantiae mathematicae".

¿Qué son, en el fondo, las "Praerogativae, instantiarum"? Una selección de lo que ha proporcionado la "caza de Pan", un complemento de la clasificación de las tablas.

1 Cf. *Nov. Org.*, I, 106: comprobación de un *axioma* hipotético por sus consecuencias.

Ello pertenece todavía al dominio de la preparación de la inducción.

Con ellas termina el segundo libro del *Novum Organum* y es todo lo que Bacon ha redactado de él. Pero sabemos que no tenía la intención de detenerse aquí. En el plan que ha trazado y que se encuentra en varios pasajes con algunas variantes [1], debía examinar inmediatamente los "auxilios proporcionados a la inducción", la "rectificación de la inducción"; pues la "vindemiatio prima" no era más que una primera tentativa, una hipótesis que debía rectificarse para ver lo que quedaba de ella cuando se la aproximaba a los hechos.

Bacon indica, además —aunque no ha tratado en detalle de ello—, la variación de la investigación según los diferentes objetos, o la comparación de los procesos y de los esquematismos *in concreto* (físicos); las "praerogativae naturarum" que debían determinar el orden en el cual debía operarse sobre las naturalezas simples. Se trataba, sin duda, de saber cuáles son las naturalezas más fundamentales, en qué orden deben depender unas de otras, de manera que pudiera establecerse las que son verdaderamente las letras del alfabeto.

Sólo entonces se proponía Bacon examinar lo que llama el "terminus inquisitionis". Ha dado una pequeña explicación de ello. Parece tratarse de un cuadro general (*synopsis*), de una colección de todas las naturalezas de cualquier índole que sea clasificadas de modo que se pueda ver exactamente cómo unas se componen de otras. Sin forzar demasiado las cosas, es algo muy parecido a la idea de Leibniz, quien esperaba que se pudieran definir todas las nociones reduciéndolas a nociones simples mediante tablas de definiciones subordinadas entre sí y destinadas a mostrar exactamente la comprensión de cada noción, su

[1] *Nov. Org.*, II, 21; II, 52, *ad finem.*

constitución lógica, cosa que permitiría el cálculo gracias a esta característica universal.

No atribuyo, desde luego, la idea de característica universal a Bacon, aun cuando se encuentre implícita en la orientación de su sistema. Pero había en éste el mismo estado de espíritu, cosa que advirtió perfectamente Leibniz. Sin embargo, la diferencia sigue siendo considerable.

Bacon indica, finalmente, otros elementos del trabajo completo del espíritu: la "deducción", la aplicación a la acción, los auxilios *(Parasceuae)* prestados a la investigación de las formas (que deben distinguirse de otra obra compuesta efectivamente con el nombre de *Parasceuae ad historiam naturalem* y que se refiere, por consiguiente, a otra parte del método). Por último, anuncia una "scala ascensoria et descensoria", una escala ascendente y descendente de los "axiomata". (Esta palabra no significa axiomas en el sentido moderno, sino todas las proposicones de la ciencia. Acaso sea la palabra "teorías" la mejor traducción de los *axiomata* en la frase de Bacon. Entonces se empleaba frecuentemente la palabra "axiomata" para designar las opiniones de los filósofos, lo que se llamaba en la Antigüedad los "placita philosophorum".) La finalidad de la ciencia parece ser, pues, la de disponer de una escala ascendente y descendente de todas las proposiciones, de tal forma que estas proposiciones puedan deducirse unas de otras y se pueda llegar hasta la altura requerida, desde la amplia base de la historia natural hasta el axioma universal que se pronuncia al llegar a la cima de las cosas y que constituye la expresión más íntima, más directa, más inmediata de la voluntad de Dios: "opus quod operatur Deus a principio usque ad finem, summaria nempe naturae lex". Pero, agrega Bacon, es muy dudoso que la inteligencia humana pueda elevarse hasta la mencionada cumbre [1].

[1] *De Dig.*, II, IV, 12.

He aquí, según los fragmentos que quedan de la *Instauratio magna scientiarum,* cómo deben concebirse las tablas de Bacon, la "vindemiatio prima", y, más hipotéticamente, inclusive muy hipotéticamente, las operaciones que, tras la "vindemiatio prima", deberían aproximarnos a la única operación decisiva, a la única operación lógica y rigurosa: la eliminación absoluta de todas las hipótesis falsas por medio de un cuadro completo de todos los elementos constitutivos de la naturaleza, y la recusación de todas las "interpretaciones" incompatibles con este sistema de experiencias, cosa que Bacon creía sin duda, como lo creyeron todavía Descartes y Leibniz, mucho más sencilla y lógica de lo que es en realidad.

En nuestro primer capítulo hemos visto que las formas fundamentales (formas de la primera clase) eran esencialmente, para Bacon, esquematismos o procesos vistos en su forma más general, es decir, determinaciones de orden espacial. Esto ha podido ponernos en guardia contra un reproche que casi siempre hacen los críticos a Bacon: el de no haber comprendido el papel que desempeñan las matemáticas en la ciencia.

Hemos hablado ya, sobre todo, de las opiniones formuladas sobre el particular por Hume y por Thomas Henri Martin en su obra sobre *Galileo.* Ha resumido estas críticas en el artículo *Galileo* insertado en el *Diccionario de ciencias filosóficas,* de Franck, donde se puede leer lo siguiente:

"Bacon, que no era ni mecánico ni geómetra, declaraba en su *De Augmentis* que las matemáticas no son necesarias para constituir las ciencias físicas, sino solamente para algunas aplicaciones de estas ciencias". Nada puede dar una idea más falsa de su actitud. En efecto, en la primero redacción (en inglés) del *De Dignitate,* titulada *Of the Proficience and Advancement of learning* (1605), Bacon situaba las matemáticas en la "metafísica", es decir —según la definición que da de ella—, en el estudio de la

estructura de las cosas tal como son, de sus propiedades fundamentales [1]. En 1623, en el *De Dignitate,* el papel de las matemáticas es definido en un capítulo titulado "Magna appendix scientiarum" (II, 6): el gran apéndice de las ciencias o, como dice luego, su auxiliar general. Esta expresión ha engañado a la mayor parte de los críticos, que parecen haber prestado más atención a este extraño título que a los mismos textos. Inclusive Mauxion, en su resumen clásico del *De Dignitate,* por otro lado tan útil y tan bien compuesto en muchos respectos, no ha conservado más que el título, suprimiendo todo el capítulo, y ha agregado en una nota que Bacon no era matemático, lo cual es verdad, pero que no ha sabido comprender la importancia de las matemáticas, lo cual no lo es.

Bacon explica, en efecto, inclusive en *De Dignitate,* que sería más conforme a la naturaleza de las cosas y a las reglas de una clasificación rigurosa considerar las matemáticas como una parte de la metafísica, pues, dice, "la cantidad, que es el objeto propio de las matemáticas, aplicada a la materia es, por decirlo así, la dosificación de la naturaleza y puede servir para dar razón de un gran número de hechos en los fenómenos naturales; por consiguiente, habría que incluirla entre las formas esenciales". Y agrega que esto es lo que se ha hecho, con razón, en la Antigüedad por Demócrito, al suponer los átomos, y por Pitágoras, que ha llegado inclusive a pensar que el mundo estaba formado por números y sólo por números.

1 En esta misma obra, Bacon hacía un cálido elogio de las cualidades de espíritu que proporciona el estudio de las matemáticas, cuyos excelentes efectos *(the excellent use)* —decía— no son suficientemente reconocidos por los hombres: "For if the wit be too dull, they sharpen it; if too wandering, they fix it; if too inherent in the sense, they abstract it, etc." ("Pues si el espíritu es demasiado rudo, lo afinan; si es demasiado movedizo, lo fijan; si está dema-

Este texto es bastante explícito, sobre todo si se le compara con lo que ha dicho en otros pasajes. Pero Bacon indica inmediatamente que, por razones de disciplina y teniendo en cuenta que el objetivo del *De Dignitate* no es tanto clasificar filosóficamnte las ciencias como conducir a la práctica (pues, dice, se propone ocuparse de los intereses de los hombres y de la utilidad más que de la teoría), es mejor caracterizar las matemáticas como el gran apéndice de todas las ciencias naturales. Ello resulta casi forzoso por la necesidad de reaccionar contra el abuso de las matemáticas o, mejor dicho, contra el abuso de los matemáticos *(delicias et fastum mathematicorum)* que tienen la pretensión de subordinar la física a las matemáticas, de comenzar por estas últimas y deducir de ellas las leyes de la naturaleza, sin contar las divagaciones místicas de los continuadores del pitagorismo o del neoplatonismo (Joseph de Maistre ha creído o ha querido hacer creer que esta frase de Bacon se refería al álgebra).

Ahora bien: es peligroso y fatal para la física querer construirla *a priori* de una manera matemática, como se había hecho ya antes de Descartes, como resulta todavía visible en ciertas obras de Galileo. El verdadero papel de las matemáticas consiste en intervenir cuando la ciencia está ya bastante avanzada y otorgarle su forma más elevada: "Mathematicae physicam terminare, non generare aut procreare debent" (*Nov. Org.*, I, 96.) Las matemáticas deben dar a la física su precisión última, deben perfeccionarla y ultimarla, pero no constituir su origen. "Optime autem cedit inquisitio naturalis quando physicum

siado apegado a los sentidos, lo separan de ellos, etc.") Vuelve a encontrarse esta apreciación casi textualmente en los *Sermones fideles* y en varios pasajes del *De Dignitate*. Véase *Quid de mathematica senserit Baconus* (Alcan, 1899, cap. 1). Se verán también más adelante las razones polémicas que condujeron a Bacon a hablar en términos desfavorables del espíritu de los matemáticos.

terminatur in mathematico [1]. (*Nov. Org.*, II, 8.) No olvidemos que las formas son el objetivo de la ciencia y que las formas son, por lo menos en su mayor parte, geométricas o mecánicas.

Bacon facilita un ejemplo bastante característico que se relaciona con lo que llama la perspectiva (hemos observado ya antes que esta palabra tenía en aquel tiempo un sentido mucho más amplio que en nuestros días: con el término "perspectiva" se comprendía toda la teoría de la visión y de la propagación de la luz, en particular lo que llamamos actualmente la óptica geométrica, las teorías de la reflexión y de la refracción).

"En la perspectiva, dice Bacon, los sabios se han apartado prematuramente de la física"; solamente se han considerado los rayos luminosos, la dirección de los rayos luminosos, sin ocuparse de la naturaleza de la luz. Para construir una verdadera física sería necesario conocer la naturaleza, la forma de la luz (hoy diríamos el problema de saber si la luz es una emisión, una vibración, una oscilación electro-magnética); no hay que dedicarse únicamente al estudio de la propagación de la reflexión o, cuando más, de la refracción de los rayos luminosos (*De Dignitate*, IV, 3; proyecto de *Inquisitio de forma lucis*).

Esto lleva a Bacon a comprobar que existe ya cierto número de "matemáticas mixtas", es decir, de ramas matemáticas de la física: la perspectiva, la música, la astronomía, la cosmografía, la teoría de las máquinas, la arquitectura. Se trata de ciencias ya constituídas, que Bacon cita a título de ejemplos.

1 "Cuanto más se aproxime la investigación científica a las naturalezas simples, más evidente y claramente se presentarán todas las cosas, pues el problema se habrá trasladado de lo no mensurable a lo mensurable, de lo irracional a lo numerable, de lo indefinido y vago a lo definido y cierto, como ocure con las letras del alfabeto y con las notas elementales de una armonía." (Del mismo texto).

Dado el estado de pobreza de la física actual, dice, nada tenemos que agregar a ella, pues no disponemos todavía de los materiales experimentales suficientes para desarrollarlos. Pero a medida que se desarrolle la física de observación, a medida que descubran nuevas proposiciones cualitativas análogas a la proposición sobre la naturaleza del calor, será necesario aplicar a ellas las matemáticas. Éstas, como hemos visto, intervienen cuando se llega a cierto grado de madurez de la física para "terminare physicam", surgiendo entonces un gran número de "matemáticas mixtas": "Prout Physica majora in dies incrementa capiet, et nova axiomata educet, eo mathematicae nova opera in multis indigebit et plures demum fient mathematicae mixtae" (*De Dig.*, III, cap. IV). "Aunque hubiera previsto la escuela newtoniana, agrega Dugald Stewart al citar este párrafo, no hubiera podido expresarse en términos más precisos y exactos." Hay en esto cierta exageración. Lo que falta en Bacon (o, por lo menos, lo que no he encontrado expresado en sus obras) es la idea de que las matemáticas constituyen la mejor lógica destinada a desarrollar las consecuencias de una hipótesis con vistas a su comparación con la experiencia, cosa que ha hecho, por ejemplo, Newton con su ley, negándose a llamarla hipótesis. Creo que esta idea aparece solamente en Boyle [1].

Finalmente, Bacon no se niega a introducir las matemáticas y la medida en la misma historia natural. Si examinamos las "Praerogativae instantiarum" que se encuentran a continuación de las tablas de inducción, pero que se refieren más bien a éstas, advertiremos que Bacon concede en ellas gran importancia a lo que llama "instantiae mathematicae".

Las *Instantiae mathematicae* o *Instantiae mensurae*

1 *De utilitate philosophiae experimentalis*, 2ª parte, IV (1671).

constituyen aproximadamente una cuarta parte de las "praerogativae instantiarum". Son, por ejemplo, las "instantiae radii", es decir, las observaciones que tienen por objeto estudiar cómo una cualidad varía dentro de un radio dado (como ejemplo indica Bacon la atracción magnética o la pesantez). En otro lado ha hablado de ello más detalladamente al aconsejar una comprobación de si esta última es más fuerte en la superficie de la Tierra, en el interior de la Tierra, en la cumbre de una torre y así sucesivamente. Deberá medirse en cada caso lo que podamos medir desde el punto de vista de la variación de la gravedad (*De dign.*, V, 3). Esto es casi lo que nosotros llamamos un campo.

Las "instantiae curriculi" se refieren a las velocidades, como, por ejemplo, la velocidad de los cuerpos que caen en función del tiempo, así como los problemas sobre la velocidad del sonido: cómo puede medirse la velocidad del sonido haciendo, por ejemplo, una señal luminosa y produciendo un sonido, y recibiéndolos a ciertas distancias y a través de diferentes medios.

Las "instantiae quanti" son ejemplos relativos a las cuestiones de dosis, a los diferentes efectos de los medicamentos según la cantidad empleada, a los efectos diferentes de un baño según su mayor o menor duración. De la cantidad de vapor existente en el aire depende el hecho de que permanezca en suspensión o de que, por el contrario, se precipite en forma de lluvia, etc.

Por último, encontramos en la obra de Bacon la curiosa categoría de las "instantiae luctae", de los ejemplos de lucha. Es la investigación de las *formas* esenciales de movimientos que —y aquí se justifica la palabra "lucha"— pueden combinarse o detenerse entre sí. Hay que investigar lo que llama "motus simplices, primitivi et fundamentales", los movimientos simples, primitivos y fundamentales. Enumera una larga lista de ellos por medio de

designaciones alegóricas, la mayor parte de las cuales nos parecen hoy completamente estrafalarias. Hacen pensar en el aspecto de esos aparatos de física adornados que se utilizaban en el siglo XVII y que nos sorprenden cuando los comparamos con nuestros aparatos de laboratorio, de líneas tan ascéticas, que no están esculpidos ni festoneados ni adornados con figuras mitológicas como los aparatos de los antiguos físicos.

Si se busca el sentido de estos "movimientos simples", se advierte que responden aproximadamente a la impenetrabilidad (considerada como una causa de movimiento o más bien, según creo, de cambio en la dirección del movimiento), la elasticidad, la cohesión, la dilatación, la afinidad, la gravedad, la asimilación biológica, etc. Hay en todas estas clasificaciones y ejemplos una multitud de ideas impugnables o confusas. Pero lo que nos interesa es solamente el principio general, que me parece de una claridad indiscutible.

Finalmente, en un fragmento que debía formar parte de la continuación del *Novum Organum* y pertenecer a las "anticipationes philosophiae secundae" (por tanto, a un estadio más avanzado), encontramos el siguiente texto:

"No dudamos que si alguien, dotado inclusive de un talento medio, pero con espíritu maduro, quisiera dejar de lado los ídolos de su espíritu, si quisiera volver a comenzar la investigación *de integro*, en sus cimientos, y ponerse atenta y cuidadosamente a estudiar los *hechos* verdaderos de la historia natural y los *cálculos* que se refieren a ellos, no dudamos que esta persona, cualquiera que fuera, podría penetrar mucho más profundamente en la naturaleza por sí mismo y por las fuerzas propias y naturales de su espíritu, así como por las puras anticipaciones que podría formular, de lo que haría mediante la lectura de los autores, por numerosos que ellos fueran, o mediante una meditación abstracta, infinita, o por discusiones y

disputas asiduas" como las que eran tradicionales en la escolástica [1].

Este texto es doblemente interesante; en primer lugar, porque menciona el hecho de la aplicación del cálculo a la historia natural; en segundo término, porque recuerda el papel que pueden desempeñar las simples anticipaciones del espíritu que deberán ser luego confirmadas y rectificadas; y finalmente, porque insiste sobre un último punto en el cual Bacon ha sido demasiado ignorado: el poder de la intervención de las fuerzas del espíritu, lo que el espíritu extrae de su propia espontaneidad para adivinar la naturaleza y, consiguientemente, para conocerla de un modo más serio.

Pueden cotejarse estas expresiones con la célebre comparación de la hormiga, de la araña y de la abeja. Los empiristas, dice Bacon, son como hormigas que no hacen más que acumular provisiones y consumirlas; los racionalistas puramente deductivos son como las arañas que extraen de sí mismas toda la substancia de su tela sin recurrir para nada a lo exterior. La verdadera filosofía debe ser como la abeja que recoge de todas partes, de las flores de los jardines y de los campos, los materiales con los cuales fabrica su miel, transformándolos y digeriéndolos. De la misma manera, el sabio no debe apoyarse exclusiva o preferentemente en las fuerzas de su espíritu, ni llenar el espíritu con materiales extraídos, tal como aparecen, de la historia natural y de las experiencias mecánicas: su inteligencia debe modificarlos y digerirlos. "No hay que esperar nada grande sin una síntesis de la facultad experimental y de la facultad racional, síntesis que no se ha realizado todavía." (*Nov. Org.*, I, 94 y 95. *Praefatio totius operis*, 3).

En resumen:

[1] Agrego las cursivas. Esta aproximación de la experiencia con el cálculo es digna de observación.

1º La doctrina baconiana no es empirista en ningún sentido, a menos que con ello no se quiera decir simplemente que es experimental. No es empirista desde el punto de vista de la teoría del conocimiento —en el sentido en que se podría, por ejemplo, hablar de empirismo a propósito de Condillac—, pues no niega que haya una razón e inclusive insiste en la existencia de una facultad distinta de la experiencia. No es tampoco empirista desde el punto de vista metodológico, pues no se limita a la anotación pasiva de fenómenos en espera de que la verdad surja inmediatamente de ellos. En ello hay uno de los prejuicios más difundidos y menos fundados sobre la obra de Bacon [1]. Creo que los textos que he citado y muchos otros que podría aportar refutan ampliamente dicho prejuicio.

2º Bacon ha concebido de un modo muy aceptable el papel de las matemáticas y el papel de la geometría teniendo en cuenta el estado de la ciencia en su época. Los ha concebido de un modo ciertamente más próximo al mecanicismo cartesiano que cualquier otra concepción anterior.

No ha preconizado evidentemente la física matemática tal como la practicamos actualmente, pero hay duda sobre el problema de saber si no hemos ido demasiado lejos en este camino. Poinsot señalaba ya muy finamente el peligro de esta ruta, y Augusto Comte, casi en la misma época, formulaba reservas en el mismo sentido, sobre las cuales se apoyó cada vez más, terminando por denunciar

1 El propio Brunschvicg, en su erudita obra sobre *La experiencia humana y la causalidad física* (84) habla todavía del "empirismo baconiano" y llega a ver en él "un reflejo y una prolongación del empirismo medieval". ¿No procede sobre todo el desacuerdo de no haber desconfiado de dos graves contrasentidos (probablemente vinculados entre sí), el de Fowler y el de Brochard, sobre la interpretación de la idea de *causa* en Bacon? Véase el libro de Brunschvicg citado, páginas 199-200.

los cálculos hasta las diezmilésimas como un crimen contra la ciencia experimental.

Se puede decir en todo caso que esta ciencia, tal como ha sido desarrollada en los siglos que han seguido a Bacon, está de acuerdo con el plan que ha trazado y con los procedimientos que recomendaba. Sin rebajar en nada el mérito extraordinario de Galileo como matemático, astrónomo e inclusive experimentador, es realmente absurdo decir, como lo hace Th. H. Martin, que Galileo ha sido el Cristóbal Colón y Bacon el Americo Vespucci del método experimental.

No solamente no era Galileo un filósofo, sino que no hay en él una concepción general del conjunto de las ciencias. Galileo ha sido favorecido por circunstancias muy felices; sus *Noticias sobre el cielo* han servido considerablemente para el aumento del interés público hacia la observación; ha defendido enérgica, elocuente y hábilmente la libertad de espíritu en las ciencias; su proceso y su condena han sido simbólicos. Pero no hay en él de ninguna manera el problema del método [1].

Si nos atreviéramos a aplicar a los filósofos lo que los escolásticos llamaban, hablando de la percepción, las primeras y las segundas intenciones, habría que decir que hay en Galileo una admirable primera intención de la física. Pero la segunda intención, la reflexión sistemática que consiste en detenerse, en examinar los métodos, en confeccionar conscientemente un plan general, todo esto constituye una diligencia del segundo grado que le es casi completamente extraña. Cuando se ha intentado construirla y deducirla de sus obras, no se ha podido hacer más que

1 La obra de Wohlwill, *Galileo*, muestra perfectamente la importancia que ha tenido para él el problema cosmográfico en los términos impuestos por la tradición.

interpretando su manera de obrar [1], pero no mostrando que el mismo Galileo la había interpretado de tal modo.

Galileo no ha tenido la idea de la exploración metódica del conjunto de la naturaleza. Y esto en dos sentidos. Por lo pronto, se ha atenido casi exclusivamente, como lo ha mostrado Duhem, a los problemas clásicos y tradicionales de que hemos hablado, en tanto que Bacon ha poseído un espíritu extraordinariamente amplio; primero, en extensión, en tanto que intentaba hacer el inventario de todos los fenómenos sin excluir ninguno, y luego desde el punto de vista del esfuerzo de síntesis total, del esfuerzo de organización, de la "pirámide de las ciencias", de "la escalera ascendente y descendente" de los *axiomata*. Inclusive ha podido surgir la pregunta, aparentemente paradójica, de si Galileo poseyó verdaderamente el espíritu de la ciencia experimental, de si la experiencia no era para él un simple auxiliar de la deducción matemática, como parece haber sido algunas veces el caso para Descartes. Según Paul Tannery, "la reciente publicación de sus ensayos juveniles prueba sencillamente que, contrariamente a la opinión tradicional, Galileo procedió sobre todo *a*

1 Por ejemplo, el citado Th. H. Martín, cuyas páginas sobre este particular contrastan con el resto del libro por una ausencia completa de referencias a textos del autor. Véase en el mismo sentido la obra de Cantoni, *Sul valore filosofico degli scritti di Galileo Galilei*, destinado a colocarlo por encima de Bacon y de Descartes *(Acad. dei Lincei*, Rendiconti, 1892). Brunschvicg, aun cuando admira profundamente, y con gran razón, la obra científica de Galileo, aun cuando escriba que "la relación de la hipótesis con la verdad, que es también la relación de la razón con la experiencia, se encuentra maravillosamente dilucidada por la marcha seguida a través de la tercera jornada de los *Discorsi*", hace observar muy insistentemente que en ello poseemos hermosos ejemplos de razonamiento experimental, pero no una teoría del método experimental, y contrapone en este respecto el ritmo de la "corriente científica" al de la "corriente filosófica" *(L'expérience humaine*, cap. XXII). Pero solamente concede a Descartes el honor de la innovación metodológica.

priori y no recurrió a la experiencia más que para confirmar sus tesis" [1]. En todo caso, no ha proporcionado jamás una teoría del método experimental, ni siquiera en bosquejo, del género de la baconiana.

Solamente con Bacon se ha formulado lo esencial del método experimental, aun cuando se haya descrito demasiado imperfecta e incompletamente la función de la acción conjetural del espíritu. En los capítulos siguientes veremos cómo se ha desarrollado combinándose con otra noción: la de la hipótesis en el sentido antiguo de la palabra.

Lo que queda en suspenso son sobre todo los problemas subordinados a la tesis fundamental, es decir, los problemas de medida en la aplicación. Entiendo la palabra "medida" no en sentido matemático, sino en el sentido de sabiduría y de juicio en la aplicación de un determinado método, en el sentido de lo mesurado. Por ejemplo, ¿hasta qué punto puede dejarse libre al "intellectus sibi permisus"? ¿Es toda clase de hipótesis igualmente legítima por naturaleza? La ciencia así construída ¿es verdaderamente "la imagen de la esencia"? Por otro lado, ¿hasta qué grado de precisión es útil efectuar las investigaciones? ¿No debería edificarse una disciplina más especial y más adecuada desde el punto de vista de las comprobaciones? Tales son las cuestiones, casi todas ellas de factura técnica, que han constituído el tema de discusión en los períodos siguientes.

1 Artículo "Galileo" de la *Grande Encyclopédie*.

CAPÍTULO V

El desarrollo de la hipótesis como conjetura

La idea del método a comienzos del siglo XVII. — Descartes. — Los dos sentidos de la idea de hipótesis: la hipótesis decisoria, la hipótesis-conjetura. — Carácter tradicional de la hipótesis decisoria: cómo la emplea y cómo la transforma Descartes. — Las reglas de la hipótesis: Hobbes, Boyle, Leibniz, Robert Hooke.

La *Instauratio magna* y, en particular, el *Novum Organum* constituyen la primera gran tentativa para formular la teoría del método experimental. A partir de este momento quedan fijados sus rasgos característicos, algunos de ellos parece que de un modo definitivo. De hecho, la ciencia se edifica sobre estas bases en el curso de los siglos XVII y XVIII; a ellas se refieren los científicos casi constantemente en cuanto a la finalidad o en cuanto a los medios, y es necesario llegar hasta el siglo XIX para que, a la luz de las inmensas adquisiciones positivas hechas durante el intervalo y precisamente en la misma dirección, se examine de nuevo la teoría del método experimental y se consiga hacerla progresar considerablemente.

No quiero decir con ello —y espero que nadie lo habrá entendido así— que corresponda a Bacon y sólo a él el honor de esta constitución del método. En su mayor parte son ideas que estaban en el ambiente. El propio

Bacon decía que él no era otra cosa que el "praeco", el heraldo, el que tocaba la trompeta en honor del método experimental. En él se encuentran cuatro ideas esenciales, que son ideas de su época tanto como ideas personales, pero que Bacon ha formulado explícitamente. Son las siguientes:

1º La idea de la experiencia en tanto que investigación general de la naturaleza; la idea de que solamente la experiencia instruye y de que es preciso aprender en el gran libro del mundo. He señalado ya hasta qué punto estaba vinculada esta idea al espíritu del Renacimiento.

2º La idea del método, es decir, de una serie de diligencias que se pueden formular y que, debidamente codificadas, harán posible la colaboración de los espíritus, la constitución de una ciencia colectiva y progresiva en la cual se podrá trabajar con el mayor fruto, aun sin estar dotado personalmente de genio. También ésta es una idea que estaba en el ambiente; Ramus había anunciado esta utilidad y había agregado el método, como una dirección esencial, a las reglas fundamentales de la lógica. Y Ramus no era ni mucho menos el único, pues en cierto número de escolásticos del siglo XVI o de comienzos del XVII encontramos esta asociación del método a las demás partes de la lógica: por ejemplo, en Molina, en Núñez (Nonius [1]). Se encuentra un largo capítulo sobre el método en la *Lógica* de Zabarella (1578); en Eustaquio de Saint-Paul, el autor de la *Suma del sisterciense*, que fué escrita en 1609.

1 Frecuentemente se desconoce el papel desempeñado por los pensadores españoles en la constitución del método y en la renovación de las ciencias. Junto a Molina y a Núñez, citados por el autor, hay un grupo numerosos de innovadores obscurecidos por el hecho, muy característico en el mundo hispánico, de ser los españoles casi siempre geniales anticipadores, pero casi nunca espíritus consecuentes en materia filosófica. A pesar de ello, la importancia de estas anticipaciones es innegable. Al lado de Pedro Núñez Vela, amigo de Ramus y representante del llamado "ramismo español" se encuentran, entre

3º Otra idea capital de Bacon, que es también una idea de su época correspondiente al estado de espíritu de fines del siglo XVI, es la idea de mecanicismo, sobre la cual ya he insistido mostrando particularmente su papel en las tablas baconianas. Esta idea debía tomar un carácter tan acusado en Descartes que éste es citado generalmente como su representante casi único. Pero las mismas reservas hechas en cuanto a Bacon deben hacerse para Descartes.

4º Finalmente, la idea de la *Scala ascensoria et descensoria axiomatum* cuyo mejor comentario me parece encontrarse en las *Regulae ad directionem ingenii*s "Todas las cosas pueden clasificarse en diversas series . . ., en tanto que del conocimiento de unas depende el conocimiento de las otras, etc." (Regla VI; cf. V y VII.)

Todo ello no ha salido, pues, del cerebro de Bacon de una manera enteramente original y sin precedentes. Lo que ocurre es que estas ideas han cristalizado en Bacon con una riqueza y una amplitud excepcionales.

Descartes ha agregado mucho a ello en lo que se refiere a la precisión de las concepciones filosóficas dentro de las que se encuadran estas ideas, por medio de la teoría de la deducción, de la doctrina según la cual la ciencia ideal debe comenzar en cada rama con un número muy limitado de axiomas que se impongan al espíritu de un modo evidente y de los cuales puedan deducirse las demás proposiciones a título de consecuencias, considerándose so-

otros, Herrera, el Brocense, Vallés, Pereira, todos ellos decididos partidarios de la substitución del escolasticismo aristotélico por un nuevo método muy semejante al que llevaron a plenitud Bacon y Descartes, sin contar con las figuras mayores, como Vives (1492-1540), en quien ve Menéndez y Pelayo, no sin alguna exageración, el origen directo de Bacon y Descartes, así como Francisco Sánchez (1552-1632), cuyo *De multum nobili et prima universali scientia quod nihil scitur* (1581) es casi medio siglo anterior a la publicación del *Novum Organum*. Véase M. Menéndez y Pelayo, *La ciencia española e Historia de los heterodoxos españoles*, ed. M. Artigas, 1928. (N. del T.).

lamente esta deducción como una prueba rigurosa de la verdad.

Pero Descartes no se ha limitado a este esquema general de física deductiva, que sería como un tratado de geometría. Descartes conoce el valor y la necesidad de la experiencia. La 5ª de sus *Regulae*, que es baconiana inclusive en las comparaciones (*filum labyrinthi, saltus ad fastigium aedificii, neglectis scalae gradibus*), condena a "los filósofos que, descuidando la experiencia, creen que la verdad saldrá de su propio cerebro como Minerva de la cabeza de Júpiter". En su *Descartes savant*, nuestro querido y malogrado colega, G. Milhaud, hacía notar recientemente y con mucha razón que hay en Descartes, "al lado del sabio ambicioso que aspira a extraer de su cerebro y de algunos principios *a priori* la ciencia integral, el sabio en el sentido más directo de la palabra, dispuesto, hasta un grado que no se sospecha generalmente, a seguir instintivamente la marcha espontánea de la ciencia de su medio ambiente y de su tiempo".

Por otro lado, no hay en él solamente una concesión involuntaria a su época. Especialmente en la VI parte del *Discurso del método* ha explicado por qué razones no es posible para el espíritu humano "distinguir las formas o especies de cuerpos que están en la Tierra, de muchísimas otras que puedieran estar en ella, si la voluntad de Dios hubiere sido ponerlas, y, por consiguiente, no es posible tampoco referirlas a nuestro servicio, a no ser que salgamos al encuentro de las causas por los efectos y que hagamos uso de varias experiencias particulares" (§ 3. — Trad. esp. de M. García Morente). Es por ello que las experiencias le parecen "tanto más necesarias cuanto más avanzado se esté en conocimiento" (*Ibid*). No hay casi ningún efecto particular que no pueda deducirse por varios diversos caminos de los principios generales mecánicos. Por un lado, sabemos *a priori* que hay materia, que ésta

no es más que extensión y movimiento, que ha debido de dividirse en grandes esferas, pequeñas esferas, materia sutil, etc. Por otro, comprobamos que existen la tierra, el agua, el aire, los metales, los imanes, las plantas. ¿Cómo derivan unos de otros? Vemos inmediatamente que hay varias combinaciones posibles que podrían, partiendo de estos principios, llegar a estos resultados. Precisa tener una selección entre estas combinaciones hipotéticas. "Y no sé otro remedio a esa dificultad —escribe Descartes— que el buscar algunas experiencias, que sean tales que no se produzca del mismo modo el efecto, si la explicación que hay que dar es esta o si es aquella otra. Además, a tal punto he llegado ya, que veo bastante bien, a mi parecer, el rodeo que hay que tomar para hacer la mayor parte de las experiencias que pueden servir para esos efectos, pero también veo que son tantas y tales, que ni mis manos ni mis rentas, aunque tuviese mil veces más de lo que tengo, bastarían a todas, de suerte que, según tenga en adelante comodidad para hacer más o menos, así también adelantaré más o menos en el conocimiento de la naturaleza" (*Id. id.*).

Es un texto notable, porque nos muestra que Descartes hace depender el progreso de la ciencia del modo cómo puedan desarrollarse las aplicaciones del método experimental. Lo que puede construirse *a priori* puede hacerlo un hombre solo con bastante rapidez. Pero después de esta primera etapa hay otra, mucho más larga, que exigirá la colaboración de gran número de individuos. Y es con el fin de provocar esta colaboración que Descartes dice haber escrito esta última parte de su *Discurso*.

Por lo demás, en la marcha de las investigaciones de esta clase declara atenerse a los consejos de Bacon. Habiéndole escrito Mersenne para solicitarle las mejores reglas que podían seguirse para hacer experiencias útiles, Descartes responde: "Nada tengo que agregar a ello después

de lo que ha escrito Verulamius en este respecto, excepto que, sin pretender buscar demasiado todas las pequeñas particularidades referentes a una materia, deberían hacerse principalmente recuentos generales de todas las cosas más comunes, que son ciertas y que pueden saberse sin dispendio, como el hecho de que todas las espirales de las conchas están dirigidas en el mismo sentido, etc.," (ejemplos) "... y así de las demás, pues son las que sirven infaliblemente en la investigación de la verdad. En cuanto a las (experiencias) más particulares, es imposible no hacer muchas que sean superfluas e inclusive falsas si no se conoce la verdan de las cosas antes de hacerlas" (23 diciembre, 1630; ed. *Adam y Tannery*, I, 195-196).

He aquí lo que nos conduce a la fórmula del *Discurso del método*. No vale la pena hacer experiencias en tanto que no se conozca la verdad de las cosas. Evidentemente, no se trata aquí seguramente de la verdad integral. Como lo ha indicado E. Gilson, se trata del conocimiento general de los principios a los cuales deben referirse los fenómenos, como, por ejemplo, la existencia de diversas clases de materias que son las condiciones generales de la explicación [1]. Cuando sabemos de un modo general que un efecto debe referirse a cierto orden de causas, las experiencias realizadas para precisar el mecanismo interior de los fenómenos resultarán entonces útiles.

"Al principio es preferible usar de las que se presentan por sí mismas a nuestros sentidos... que buscar otras más raras y estudiadas; y la razón de esto es que esas más raras nos engañan muchas veces, si no sabemos ya las causas de las otras más comunes y que las circunstancias de que dependen son casi siempre tan particulares y tan pequeñas, que es muy difícil notarlas" *(Discurso del método*, VI, 3, *Ibid.*)

1 Véase E. Gilson, "Météores scolastiques et météores cartésiens", en sus *Études de philosophie médiévale*, particularmente págs. 278-284.

Se trata, pues, de una regla que se ha afirmado mucho en el espíritu de Descartes: comenzar con las observaciones sobre los hechos más generales, los que no pueden dar lugar a ninguna duda; después, cuando se tiene la idea general, cuando no se trata ya más que de las "rectificaciones de la inducción" se pueden revisar las experiencias particulares más especiales, más estudiadas: las experiencias de laboratorio como diríamos en la actualidad [1].

En otra carta, Descartes escribía a Mersenne:

"Os agradezco las cualidades que habéis obtenido de Aristóteles. Yo había compuesto ya de ello una lista mayor, en parte sacada de Verulamio, en parte de mi propia cabeza, y es una de las primeras cosas que intentaré explicar" (*Ibid.*, I, 109). El párrafo que precede es también un recuerdo visible de la teoría de Bacon sobre la transparencia y el color blanco. Finalmente, la idea de la colaboración necesaria para la experiencia científica, desarrollada en la 6ª parte del *Discurso*, era otra idea preferida de Bacon: inclusive se encuentra en dicha parte la expresión *plus outre*, probable alusión al *Plus Ultra* de la *Instauratio*.

Descartes conocía bien las obras de Bacon. La prueba de este conocimiento se encuentra no solamente en los textos citados, sino en gran número de paralelos que pueden establecerse entre sus propias obras y muchos pasajes baconianos. He estudiado este paralelismo, que es abundante, en lo que se refiere al *Discurso del método* ("Sur quelques textes de Bacon et de Descartes". *Revue de Métaphysique*, mayo de 1911). Se puede consultar también sobre este punto el capítulo "Descartes y Bacon" en la reciente obra de Milhaud ya citada. Por otro lado, los contemporáneos unían frecuentemente ambos nombres y ambos métodos, inclusive en lo que se refiere a la duda metódica (pueden verse en el artículo antes señalado pa-

1 Véase *Correspondance avec Huyghens*, págs. 162-163 y 241.

sajes característicos de Bacon sobre la duda del sabio opuesta a la duda del escéptico). Heerebord, profesor en Leyden, en un *Discurso sobre la libertad de filosofar* (1647), después de haber definido el método de la ciencia en términos muy baconianos (renuncia a los ídolos, etc.), escribía que tal era el camino seguido por todos los grandes espíritus: el propio Aristóteles en la Antigüedad, "en nuestra época el ilustre Verulamio y un espíritu incomparable, René Descartes..." (*Adam y Tannery*, IV, 634).

Indudablemente deben hacerse algunas reservas sobre esta semejanza entre la teoría de la experiencia en Descartes y en Bacon. Descartes concedía mucha más importancia a lo *a priori*, a la deducción. Aceptaba el método de Bacon, pero éste no habría aceptado en el cartesianismo esa pretensión de partir del conocimiento de Dios para deducir las leyes del movimiento, para demostrar que la materia, una vez dividida, debía formar necesariamente grandes esferas y luego pequeñas esferas; que el rozamiento de los fragmentos debía producir raspaduras; que estas raspaduras han debido formar lo que Descartes llama la materia sutil, la cual, al ser amoldada, ha producido la materia estriada. Toda esta construcción habría constituído para Bacon un sistema de hipótesis "evolans ad generalia", como las que reprochaba a los físicos de la época precedente.

Descartes, por el contrario, encontraba muy natural seguir el sistema de los matemáticos que actualmente llamamos sistema hipotético-deductivo. Es un sistema que consiste en partir de cierto número de principios, parte de los cuales se imponen al espíritu de una manera evidente (los llamados axiomas), en tanto que otros se formulan *ad libitum* con el fin de definir un determinado problema. De este modo se ha introducido la hipótesis en el estudio de la física, sin que se efectuara, por lo pronto, ninguna distinción entre la hipótesis matemática y la hi-

pótesis en el sentido en que hoy la entendemos. Es, en efecto, alrededor de esta noción de hipótesis y, por decirlo así, alrededor de las transformaciones de esta noción de hipótesis, que se efectúa el desenvolvimiento del método experimental en la época de Descartes y de los contemporáneos que se han ocupado del problema: Hobbes, Boyle, Hooke hasta llegar a la época de Newton.

Creo que hay que detenerse un poco en esta noción. Hay un gran número de fórmulas empleadas por los físicos de dicha época que tienen para nosotros un sentido enteramente diferente del que tenía para ellos.

Hipótesis es un término antiguo. Se encuentra en Platón con un sentido estricto de principio. Por ejemplo, Ἡ τῶν νόμων ὑπόθεσις (*Leyes*, 743 C), la hipótesis de las leyes, el principio del cual se derivan todas las leyes. Ἐξ ὑποθέσεως σκοπεῖσθαι (*Menón*, 86 A), hacer una investigación mediante hipótesis: es lo que luego fué llamado el análisis (porística), es decir, dada una proposición que no se sabe demostrar, procurar inventar una proposición de tal índole que, si fuera verdadera, la primera quedara demostrada; luego, otra de tal carácter que pudiera derivarse de ella la primera de las hipótesis y así sucesivamente hasta llegar a una proposición conocida por cierta. En el 4º libro de la *Metafísica* (1013, A, 15) de Aristóteles se encuentra esta fórmula entre las definiciones de la causa: ὅθεν γνωστὸν τὸ πρᾶγμα πρῶτον, οἷον τῶν ἀποδείξεων αἱ ὑποθέσεις, aquello gracias a lo cual la cosa es conocida, lo que constituye la primera fuente del conocimiento que poseemos de ella, los puntos de partida de una demostración.

En todos estos textos se trata, por lo tanto, de hipótesis en el sentido de los matemáticos, como cuando se dice "estos dos ángulos son iguales por hipótesis".

Este sentido se ha conservado en la Edad Media y en

el Renacimiento, donde seguía siendo el más corriente. Representaba en las especulaciones astronómicas el procedimiento seguido por Arquimedes en su *Tratado sobre los cuerpos flotantes* de que he hablado ya. Esta tradición ha sido estudiada por Duhem en un libro extrañamente titulado: Σώζειν τὰ φαινόμενα, *Ensayo sobre la noción de teoría física de Platón a Galileo*. Esta expresión griega, procedente acaso de Platón, ha sido sacada de Simplicio; quiere decir conservar los fenómenos o las apariencias. Los escolásticos la han transcrito con las palabras "salvare phaenomena, salvare apparientias", de donde "salvar los fenómenos, salvar las apariencias", traducción no demasiado feliz [1]. Significa exactamente formular hipótesis de tal carácter que los hechos observados, las "experiencias" o "fenómenos" se deriven de ellas y puedan ser previstos por ellas, sin preocuparse de si estas hipótesis son verdaderas o falsas en sí mismas, o inclusive declarándolas expresamente falsas, como hacía un escolástico —citado por Duhem— que definía el método hipotético como "el arte de extraer lo verdadero de lo falso". Debe recordarse, sin embargo, que no todos admitían esta libertad. Especialmente en el Renacimiento, Copérnico y Galileo creían en el valor objetivo de su sistema del mundo, aunque este último haya evitado afirmarlo demasiado expresamente en

[1] El texto de Simplicio dice también διασώζειν τά φαινόμενα término que el Diccionario griego-francés de Bailly interpreta del siguiente modo: "Διὰ con idea de continuidad, conservar hasta el final, de donde conservar fielmente:διασώζειν τὰ παλαιά (Isócrates,218 d), conservar fielmente las antiguas costumbres. Particularmente, conservar en la memoria (Jenofonte, *Memorables*, III, 1, 22)." Σώζειν tiene igualmente este sentido y el texto de Simplicio no se resiste, en rigor, a aceptar esta última acepción. *In Aristotelis libros de coelo*, II, 4 y 46. Karsten, 219 A y 221 A; Heiberg, 288 y 493.

sus *Diálogos* y aunque el autor anónimo [1] del prefacio al libro de Copérnico, *De revolutionibus orbium coelestium*, lo haya presentado a los lectores como una hipótesis puramente "matemática", sin realidad física [2].

Tal es también el sentido usual de la palabra *hipótesis* en Descartes: "Con el fin de que cada cual sea libre de pensar de ello lo que le plazca, deseo que lo que voy a escribir sea considerado solamente como una hipótesis" (en el sentido tradicional), "la cual está acaso muy alejada de la verdad. Pero aun en este caso, consideraría haber hecho mucho si todas las cosas que son deducidas de ella se hallaran enteramente conformes a las experiencias" (es decir, a los hechos observados). (*Principios*, III, 44.) Agrega, cosa que no es nada sorprendente si se piensa en lo precedente: "que inclusive erigiré aquí algunas que creo falsas" y: "que su falsedad no impide que lo que se deduzca de ellas sea verdadero" (*Ibid.*, 45 y 47, Cf. también IV, 204, en donde formula la teoría de esta substitución de lo falso por lo verdadero). Asimismo, en una carta a Mersenne, subraya, a propósito de la teoría de Galileo, el hecho de que ha sido condenada "quamvis hypothetice a se illam proponi simularet" (10 de enero de 1634). Es como si alguien dijera hoy: "No sostengo de ningún modo que el es-

[1] Andrés Hosemann, llamado *Osiander* y a veces Osiandre, teólogo protestante, profesor en la Universidad de Koenigsberg. Kepler lo designa como autor del citado prefacio y cita dos cartas características de Osiander en las cuales desarrolla esta teoría. (Véase Duhem, Σώζειν. . . p. 80-81.)

[2] Por no haber pensado en esta concepción de la "hipótesis" (y acaso arrastrado por su *antibaconismo*), el P. Sortais, en su obra por muchos conceptos tan admirablemente documentada sobre *La philosophie moderne*, ha interpretado de un modo singular la observación de Bacon sobre las teorías de Copérnico: *Ejus sunt viri qui quidvis in natura fingere, modo calculi bene cedant nihil putat.* Bacon, dice el P. Sortais al citar esta frase, "llega a tratar a Copérnico de charlatán o poco menos". *Ibid.*, I, 379.

pacio tenga cuatro dimensiones, pero me propongo emplear una geometría de cuatro dimensiones, porque ello simplifica los cálculos", o bien: "Tengo que hacer un cálculo relativamente a la longitud de las sombras; como esto simplifica los cálculos, voy a suponer que la Tierra está inmóvil".

Vemos que en la época de Descartes la idea de hipótesis no verdadera ni falsa, tal como ha sido definida en *La Ciencia y la Hipótesis* de Poincaré como una especie de novedad, era, por el contrario, el resultado de una antigua tradición. Este último ha llamado a este género de hipótesis, con palabra poco apropiada, una "convención". Debiera decirse más exactamente una *lexis*, adoptada para las necesidades de la decisión en el curso del análisis.

Cuando los sabios no quieren comprometerse penetrando en el dominio de lo que llaman la metafísica, emplean la hipótesis en este sentido.

En un congreso de la *Société de Philosophie* [1], al cual estaban invitados algunos sabios extranjeros, un matemático francés leyó una comunicación que consistía en exponer el cálculo de probabilidades de tal modo que no se suscitara ningún problema filosófico. Acaso sea filosófico intentar presentar los problemas de modo que se eviten las cuestiones filosóficas. ¿Qué son —dijo— lo que llamaremos por definición posibilidades iguales? ¿Qué es lo que llamaremos la probabilidad de un fenómeno cuando se trata del porvenir? Este sabio buscó, pues, cuál podría ser el sistema de hipótesis, en lenguaje cartesiano —de convenciones en lenguaje moderno—, por medio del cual se podría llegar a todo el cuerpo doctrinal matemático sobre las probabilidades. Atribuiremos a los acontecimientos coeficientes que llamaremos su probabilidad; estableceremos que estos coeficientes estén siempre comprendidos entre 0 y 1; formu-

1 Celebrado en la Sorbona a fines de diciembre de 1921.

laremos reglas de cálculo referentes a ellos y desarrollaremos lo que resulte y se derive de semejantes formulaciones. Tal era también la actitud de Descartes y la que adoptó Galileo, por lo menos momentáneamente, si se atiende a la carta que hemos citado.

Es la misma prudencia que permite establecer una separación entre los problemas filosóficos, los problemas de la realidad y los problemas puramente matemáticos.

El *Diccionario filosófico*, de Chauvin, que data de 1692, resulta muy útil en este respecto, porque en él se encuentran expuestas de un modo paralelo y netamente separadas las opiniones de la Escuela y las de los que llama "los modernos" (es decir, los cartesianos). En el artículo *Hipótesis* se advierte que en dicha época y en el uso corriente, la palabra era todavía sinónimo de principio adoptado en una deducción. "Requirunt multi ut haec hypothesis vera esse cognoscatur, etiam antequam appareat an aliae ex ea deduci possint. Verum aiunt alii hoc unum desiderari, ut hypothesis pro vera admittatur, quod nempe ex hac talia deducantur quae respondent phenomenis . . . Sic habet notam principii, nihilque in principio occurrit quod non in tali hypothesi inveniatur [1].

Es justamente en la época de Descartes cuando se produce en el espíritu público de los sabios un rodeo hacia la hipótesis de un nuevo sentido: como *conjetura* que debe ser comprobada mediante las consecuencias. El propio Descartes parece confesar algunas veces que no ve en la antigua actitud más que un cómodo atrincheramiento. "Y para dar un poco de sombra a todas esas cosas y poder declarar

1 "Algunos pretenden que semejantes hipótesis sean conocidas como verdaderas y que pueden deducirse de ellas los demás fenómenos. Otros sostienen que la hipótesis debe ser admitida como verdadera, es decir, que pueden deducirse de ella hechos correspondientes a los fenómenos reales . . . De este modo estiman que nada acontece en principio que no esté contenido en tal hipótesis".

con más libertad mis juicios, sin la obligación de seguir o de refutar las opiniones admitidas entre los doctos, resolví abandonar este mundo nuestro a sus disputas y hablar sólo de lo que ocurriría en otro mundo nuevo, si Dios crease ahora en los espacios imaginarios bastante materia para componerlo . . ." (*Discurso,* V, 2). Cuando, como hemos visto, se propone hacer experiencias para saber si es de este o de otro modo que hay que explicar los fenómenos, trata bien de saber *de qué se trata.* Al final de los *Principios,* donde, sin embargo, se encuentran los textos "indiferentistas" que hemos citado, concluye Descartes que poseemos de esas cosas una "certidumbre moral" (IV, 205) e inclusive "más que moral" (206) a causa de la veracidad divina. Ahora bien, una certidumbre moral, en el sentido que tenía esta expresión en el siglo XVII, es ya una certidumbre extremadamente sólida: "Omne quod multis indiciis confirmatur, quae vix concurrere possunt nisi in vero, est moraliter certum, vel incomparabiliter probabilius opposito" [1] (Leibniz, *Escritos inéditos,* ed. Couturat, 515). La certidumbre moral en este sentido es la certidumbre de que hay en Italia una ciudad que se llama Roma, la certidumbre de las cosas sobre las cuales apoyamos nuestra vida. "Aun cuando se quisiera imaginar que las he *supuesto* por azar y sin que la razón me las haya persuadido, no por ello se tendrá menos razón al juzgar que son las *verdaderas causas* de todo lo que he deducido de ellas" (*vera causa,* expresión que adoptará y difundirá Newton) "que al creer que se ha encontrado el verdadero sentido de una cifra" (es decir, de un criptograma; comparación que se remonta por lo menos a Bacon) "cuando se resuelve por la significación que, *por conjetura,* se ha dado a cada letra,

1 "Todo lo que es confirmado por múltiples indicios que no pueden existir a menos que no sea verdadero, es moralmente cierto o incomparablemente más probable que lo contrario."

pues el número de letras del alfabeto es mucho mayor que el de las primeras causas supuestas, y no se tiene costumbre de poner tantas palabras ni siquiera tantas letras en una cifra deducida de diversos efectos de estas causas" (IV, 205).

Para Pascal, la idea de hipótesis arbitraria ha desaparecido definitivamente ante la idea de hipótesis verdadera o falsa: "Todos los fenómenos de movimientos y retrogradaciones de los planetas resultan perfectamente de las hipótesis de Ptolomeo, de Tycho, de Copérnico y de muchas otras que puedan hacerse y *de todas las cuales sólo una puede ser verdadera*". Pero, agrega, "¿quién se atreverá a efectuar un discernimiento de tal índole?" Para Pascal, una hipótesis puede ser rechazada por sus consecuencias si hay alguna de ellas que sea absurda, pero la concordancia de sus consecuencias con los hechos no constituye nunca una demostración; para llegar a ella debería poderse deducir un absurdo manifiesto de su negación (*Lettre au P. Noël; Oeuvres,* ed. Brunschvicg, tomo II, 99-101). No conozco ningún texto que muestre que ha tenido la idea de aplicar al juicio de las hipótesis las conocidas investigaciones por él realizadas sobre la probabilidad.

La misma transformación tiene lugar en Inglaterra, donde prosigue la influencia de Bacon. Encontramos una confirmación accidental de ella en un pasaje de Hobbes (quien, por otro lado, había sido secretario de Bacon y quien, en lo que ha escrito sobre la física, conserva algo del Canciller a pesar de la sequedad lógica de su actitud espiritual). Pero lo más interesante consiste en que vemos constituirse de este modo la primera tentativa para codificar las condiciones de una hipótesis admisible, lo que luego se convertirá en uno de los capítulos clásicos de la lógica de la hipótesis.

Buscando en su *Física* (4ª parte, cap. XXVI, 4) cuáles eran las "Physicas hypotheses generalissimae", Hobbes estableció como primera regla que, debiendo ser considera-

das las hipótesis como "verae effectuum apparentium causae", como verdaderas causas de efectos aparentes y, por consiguiente, como conjeturas sobre las realidades de las cosas, debían consistir en algún movimiento posible cuya existencia efectiva era supuesta. Y un poco más lejos indicaba estas hipótesis: "Ad salvanda naturae phenomena hypotheses sex" (Esta expresión, salvar los fenómenos, ha sido ya explicada). Por otra parte, esta enumeración no tiene gran interés: la primera afirma que el espacio es infinito, sin vacío, lleno de cuerpos ponderables y de éter; la segunda, que la Tierra gira alrededor del Sol, lo mismo que los demás planetas; la tercera, que estos cuerpos tienen un movimiento circular, *ipsorum naturis coaevum*, y ligeramente excéntrico; la cuarta, que existen pequeños astros invisibles para nosotros a causa de su distancia de la Tierra; la quinta, se refiere a las distancias del Sol, de la Tierra y de la Luna y la última a la rotación de la Tierra alrededor de su eje. En su *Dialogus physicus de natura aeris* "conjectura sumpta ab experimentis nuper Londini habitis" (1661), había escrito: "Omnis hypotheseos lex est ut ea quae supponuntur omnia debeant esse. sua natura, possibilia, id est cogitabilia . . ." [1] y en otro lugar: "Si tu per hanc hypothesim tuam cetera hujus machinae phaenomena expedieris tam clare quam illi fecerunt, tuam ego veram existimabo" [2].

Este fué el punto de partida de un análisis más preciso de Boyle en su *Examen dialogi physici domini Hobbes*. Boyle ha formulado normas que vuelven a encontrarse en muchas obras, inclusive recientes, y cuyo origen es con-

[1] "Toda ley deducida por hipótesis equivale a la suposición respecto a cómo deben ser las cosas, respecto a su naturaleza, formas posibles, esto es, pensables."

[2] Ed. Molesworth, tomo IV, págs. 247 y 249: "Si mediante esta hipótesis puedes explicar tan claramente como ellos hicieron los restantes fenómenos de esta naturaleza, consideraré que esta hipótesis es verdadera."

siderado generalmente como moderno: 1º, que la hipótesis sea concebible, conforme a la razón; 2º, que la hipótesis inventada para un fenómeno dado sea tal que, si es verdadera, el fenómeno y todos sus caracteres se deriven necesariamente de ella (y no solamente como *posibles*, suponiendo otras condiciones accesorias —tal vez Boyle se refiere aquí a Descartes—). Hasta aquí Boyle se halla de acuerdo con Hobbes, pero va más lejos; 3º, "Tertium fidenter addam: ut nulli alii naturae veritati vel phaenomeno repugnet". (Cap. VIII: Appendix praemissae disputationis): "y tercero, que la hipótesis no contradiga a ninguna otra naturaleza o fenómeno verdaderos". Se comprende mejor aquí esta nueva regla que en la forma en que se encuentra en algunos tratados de filosofía de nuestra época (Boirac, Dunan, etc., o inclusive en la *Lógica de la hipótesis*, de Ernest Naville). Se trata del carácter de una hipótesis que debe ser considerada como una suposición que conduce al descubrimiento de una verdadera ley de la naturaleza y no sólo al análisis de un grupo de fenómenos dados. Es curioso que Duhem, quien se opone a esta concepción realista de la hipótesis, haya recordado precisamente la regla de Boyle como conclusión de su *Ensayo sobre la teoría física de Platón a Galileo*. Esto se explica acaso por un intermediario. Para comprender bien lo que descarta aquí Boyle hay que pensar en aquellos modelos mecánicos inventados para cada fenómeno particular y a los cuales solamente se exigía una adecuación a dicho fenómeno, aunque luego se tuviera que declarar que se adoptaba otro modelo enteramente diferente e inclusive incompatible para otro fenómeno que, sin embargo, tenía lugar en la misma materia. He aquí lo que Duhem no admitía. Pero ¿por qué no lo admitía si quería atenerse al papel puramente utilitario de la hipótesis, si negaba a ésta todo valor de realidad? Esta regla queda, por el contrario, perfectamente explicada en Boyle, quien concebía la ciencia como ciencia

de la realidad, y la hipótesis como una conjetura sobre lo que es en sí mismo.

Se encuentra un análisis parecido, pero más penetrante, de las condiciones de validez de las hipótesis en las cartas de Leibniz a Conring: "Una hipótesis es tanto más probable: 1º cuanto más sencilla sea; 2º cuantos más fenómenos explique mediante un número más reducido de postulados; 3º cuanto más permita la previsión de nuevos fenómenos o la explicación de nuevas experiencias. Sobre todo en este último caso la hipótesis equivaldrá a la verdad, poseerá una certidumbre "física" o "moral", es decir, una probabilidad extremada, como la de una supuesta clave que permita descifrar enteramente un largo criptograma dándole un sentido inteligible y coherente". (Resumen por Couturat, en su *Lógica de Leibniz,* de la carta a Conring del 19 de marzo de 1678, pág. 268.) Estos textos hacen lamentar que con su incomparable fuerza de espíritu Leibniz no haya llevado más lejos el análisis del método hipotético-deductivo.

Me refiero nuevamente a Boyle, que ha sido un gran experimentador, "el padre de la física experimental" según dice d'Alembert en su *Discurso preliminar* a la *Enciclopedia.* Toda su obra puede ser considerada como un comentario de los principios antes apuntados. Respecto a la idea que tenía de la ciencia hay que ver particularmente su obra *De utilitate philosophiae experimentalis,* cuya primera parte apareció en 1663 y la segunda en 1671. La obra abarca toda la filosofía experimental, no solamente física, sino también biológica. Según Boyle, no hay que contentarse con decir que las cosas se producen por un mecanismo: "in causas effectuum et eventuum particularium speciales diligentius inquirere nos decet" (1ª parte, IV, 37-30). Piénsese por contraste en la actitud opuesta que recomendaba Pascal en el período en que, admitiendo todavía en principio la idea cartesiana de la ciencia, escribía: "Hay

que decir de un modo general: esto tiene lugar por figura y movimiento, pues esto es verdadero. Pero señalar las particularidades y componer la máquina es ridículo. Pues esto es ridículo, incierto y penoso". El texto de Boyle parece una respuesta a Pascal. Verdad es que los *Pensamientos* no fueron publicados hasta 1670. Pero se sabe que contienen notas tomadas por Pascal a base de lecturas o de conversaciones para utilizarlas posteriormente. Lo que dice aquí ¿no será acaso la reproducción de alguna opinión ya expresada y que Boyle ha podido conocer?

Contra Hobbes y contra Descartes, Boyle defiende las *experientiae inusitatae.* Insiste sobre la utilidad de ampliar la experimentación a los vegetales y a los animales, a su fisiología, especialmente con vistas a las aplicaciones prácticas, a la medicina. Algunas veces hace pensar en Claude Bernard, cuando, por ejemplo, señala entre los obstáculos que se oponen a un buen método científico "praejudicia [1] inter res naturales et artificiales erronea" (II, 836). La idea de la "naturaleza" como una semi-divinidad que produce los fenómenos ha sido vigorosamente combatida por él en una obra muy original, el *Tractatus de ipsa natura,* en donde, entre otras cosas, se encuentra un penetrante análisis de los diferentes sentidos de la palabra *naturaleza,* de los equívocos adscritos a ella y de los falaces adagios a que dan lugar: no hay otra "naturaleza" que el mecanismo universal instituído por Dios de una vez para siempre. En el pasaje citado, Boyle piensa en dos cosas: 1º la idea de que lo patológico no tiene otras leyes que lo normal; 2º la falsa distinción aristotélica de los movimientos naturales y de los movimientos violentos, cuyas huellas se encuentran to-

[1] *¿Similitudinis?*

davía en Galileo y que desaparece radicalmente sólo en Descartes [1].

Pero Boyle no era, en lo que se refiere al detalle de la ciencia, un discípulo de Descartes. Rehusó inclusive leerle durante largo tiempo a causa de su fama de espíritu sistemático, apasionado por la deducción. No quería arriesgarse a llenar su cabeza con ideas preconcebidas antes de haber tenido tiempo de examinar sin partidismo, en calidad de puro "historiador", todos los hechos que quería estudiar. Y su curiosidad por las observaciones era muy variada. Es conocido sobre todo en este respecto por los perfeccionamientos introducidos en la máquina pneumática: "vacuum boylianum", que designaba el aire extremadamente rarificado en un recipiente, era una expresión ya corriente en su época, a la cual alude el mismo Boyle y vuelve a encontrarse en Newton. Lo que llamamos generalmente en Francia la ley de Mariotte se llama también ley de Boyle. Ha precisado el carácter específico de los átomos químicos, ha dado reglas para la clasificación de los compuestos, ha descubierto la respiración acuática de los animales, etc. Todo ello muestra hasta qué punto poseía Boyle el espíritu de investigación general que hemos ya observado en el método baconiano. Y, de hecho, fué un admirador apasionado de Bacon; se quejaba de que sólo algunos pocos físicos se acordaran de él, por lo cual hay que entender sin duda que se acordaban demasiado poco de sus reglas metódicas, pues su persona es frecuentemente citada en esa época.

Boyle no deja, por otro lado, de aportar a dichas reglas sus modificaciones personales. Entre las experiencias se sabe que Bacon había distinguido los *lucifera experimenta* de los *fructifera experimenta* (comparación de Atalanta). En

[1] Véase Pierre Boutroux: *L'Histoire des principes de la dynamique avant Newton*, en *Revue de Métaphysique*, octubre de 1921.

su *Nueva Atlántida* las confiaba inclusive a dos grupos diferentes de investigadores, los que llamaba, en su lenguaje alegórico, los "portadores de antorchas" y los "bienhechores". Para Boyle no hay, en el fondo, experiencias verdaderamente fructíferas si no son experiencias que iluminan. Era justamente la idea última de Bacon, como lo muestra lo que dice de la metafísica: "Sapientiae nimirum mediorum copia et varietas semper suppetit" [1], pero Bacon no preveía esta fecundidad más que para el porvenir. La reflexión de Boyle demuestra, pues, que se ha realizado un progreso.

Lo mismo ocurre con la experiencia y las matemáticas. Boyle es un baconiano; le gustan los amplios recuentos de hechos, pero no se limita a ellos y se dirige inmediatamente a estas *mathematicae mixtae* que Bacon se limitaba a pronosticar. En la segunda parte de su *De utilitate*, los capítulos VI y VII se titulan respectivamente: "De mathematica in naturali philosophia utilitate; de disciplinarum mechanicarum in naturali philosophia utilitate". Considera estos capítulos como el desarrollo de las ideas baconianas sobre las matemáticas mixtas. Sus ventajas son: precisar la observación; construir *linearia schemata*, es decir, curvas representativas de fenómenos (no hay que olvidar, sin embargo, a Nicolás de Oresme); desarrollar mediante el cálculo todas las consecuencias contenidas en una experiencia ya bien establecida; determinar las hipótesis, esto es, formularlas con precisión y, consiguientemente, juzgar con más fundamento si son verdaderas o falsas; finalmente, utilizarlas para la práctica, para la invención de nuevas máquinas industriales y de nuevos instrumentos de física que, a su vez, permitan nuevas experiencias. Hay evidentemente en todas estas concepciones un notable progreso con respecto a las sustentadas a comienzos del siglo. Es el espíritu público de los físicos en el último tercio del siglo XVII.

[1] *De Dign.*, III, 4.

Robert Hooke, su contemporáneo algo más joven que él, fué también su colaborador en diversas experiencias. Ha contribuído mucho a la técnica de la ciencia, al progreso de los instrumentos de física: microscopio, micrómetro, rueda acústica, llamada más adelante rueda de Savart; ha realizado el transporte de ondas sonoras, de la palabra, mediante un hilo tendido entre dos membranas vibrantes, lo que, por otro lado, se refería a sus estudios generales sobre la teoría de la elasticidad. Fué un activo defensor de la hipótesis de Huyghens sobre las ondulaciones luminosas [1]. Pueden extraerse de algunas de sus obras, interesantes indicaciones sobre el método.

Ha dejado una obra inacabada, publicada en 1705, dos años después de su muerte por Richard Waller, secretario de la *Royal Society*: "*A general scheme or Idea of the present state of natural philosophy,* and how its defects may be remedied by a methodical proceding in making experiments and collecting observations, whereby to compile a natural history as the solid basis for the superstructure of true philosophy": "*Bosquejo general o idea del estado actual de la filosofía natural,* y cómo pueden corregirse sus defectos procediendo con método a efectuar experiencias y a recoger observaciones, lo cual permitirá erigir una historia natural que sirva de sólida base para construir sobre ella la verdadera filosofía." Su espíritu es enteramente baconiano. Bacon, dice, ha tenido la idea del verdadero método, pero ha dejado de hacer algo: un *álgebra filosófica* (un álgebra de la "filosofía natural y que debía ser a la física lo que el álgebra ordinaria es a la geometría. Waller no ha encontrado esta obra y duda que Hooke la haya escrito. ¿Qué se proponía? ¿Algo semejante a nuestra física matemática? ¿O algo parecido a la característica universal de Leibniz? No es inverosímil: la idea era naturalmente sugerida por las consideraciones de Bacon sobre las naturalezas simples, las letras del alfabeto de los pensamientos humanos y sus combinaciones. Además, Hooke es el contemporáneo y el compatriota de George Dalgarno, autor del *Ars signorum* (Londres, 1661) y de John Wilkins, obispo de Chester, que ha escrito *An Essay towards a real character and a philosophical language* (Londres, 1668). Este último era uno de los fundadores de la *Royal Society*. Sus sistemas, citados por Leibniz, quien quería extraer todas sus consecuencias, han sido estudiados en la *Histoire de la langue universelle,* de Couturat y Leau. Las clases fundamentales son representadas allí mediante letras, con las cuales se construyen palabras semejantes a fórmulas químicas modernas, cada una de cuyas partes es significativa. Me inclino a creer que la idea de Hooke era del mismo tipo. Es posible, pero indudablemente menos probable, que esta "álgebra" no fuera para él más que una canónica del razonamiento experimental, análoga a la que más adelante intentó edificar J. Stuart Mill.

Sea lo que fuere, Hooke desarrolla complacidamente el tema común (y bastante discutible) de Bacon y de Descartes: un espíritu mediano hará avanzar más las ciencias con el empleo del método que los mayores genios trabajando a la ventura. *Claudus in via* . . . Una vez constituída esta álgebra, el progreso de las ciencias sería menos el producto de la penetración del espíritu que la aplicación metódica e ingeniosa. Pero Hooke no cree que el orden recomendado por Descartes sea el mejor. No nombra al filósofo francés, pero escribe con un espíritu ciertamente anticartesiano: "No hay que tener tanta confianza en las perfecciones que pueda habernos dado el Creador hasta el punto de creernos capaces de saltar de una sola vez, después de algunas sugestiones parciales de nuestros sentidos, hasta

[1] Que, por otra parte, atribuye a Gassendi y al Dr. Charleton en una lección de 1680. (Obra citada, pág. 73.)

las naturalezas abstractas y universales de las cuales puedan deducirse, como de una fuente inagotable, todos los efectos o acciones..." (*The posthumous Works,* p. 6).

Aunque se acercó mucho a la teoría newtoniana de la gravitación, no es ni un espíritu amplio como Bacon ni un genio experimental tan inventivo como Boyle. Pero muchas de sus ideas metodológicas tienen gran alcance. Ha puesto de manifiesto el papel excepcional que desempeña el sentido de la vista en las ciencias. Ha formulado recomendaciones técnicas muy prácticas sobre el modo de hacer experiencias, sobre su comprobación por un tercero, sobre la manera de hacer las anotaciones de los resultados. Definió bastante bien los "modelos mecánicos" y su función: "A most general help of discovery in all kind of philosophical inquiry is to attempt to compone the working of nature in that particular that is under examination to as many various mechanical and intelligible ways of operation as the mind is furnished with" (*Ibid.,* 61). Se encuentra una aplicación de ello en su ensayo para explicar la gravitación mediante un ligero movimiento alternativo de contracción y de dilatación de la Tierra, movimiento que debía propagarse en ondas esféricas longitudinales, análogas a las del sonido. Hooke cree haber comprobado en experiencias imitativas que una vibración de esta especie atrae a los cuerpos ligeros hacia el centro del cual irradia el movimiento. Las modernas experiencias de Bjerkness sobre los "pulsadores" que se atraen o se rechazan de acuerdo con la relación de sus períodos muestran que la idea en sí misma era completamente plausible.

Hooke utiliza frecuentemente la palabra *hipótesis* y siempre en el mismo sentido en que hoy la empleamos. Contrariamente a Descartes, llama *analítica* a la marcha del espíritu cuando parte de los principios; lo que entiende por *síntesis* es la construcción de las leyes más generales a partir de los hechos observados. El método específico de

las ciencias experimentales es evidentemente la síntesis, "pero el otro método es también excelente e inclusive necesario; con frecuencia podrá facilitar el progreso hacia la perfección y hacerlo más rápido. Hace algunos años, agrega, había tenido la intención de presentar a esta Sociedad (la *Royal Society*) un ejemplo de esta clase en una de mis comunicaciones sobre los movimientos y las influencias de los cuerpos celestes en caso de presentarse la ocasión propicia. Pero he sabido que ello debe hacerlo dentro de poco Mr. Newton en un tratado que está actualmente en prensa. Sin embargo, no será la sola muestra de la clase de razonamiento que tengo la intención de dilucidar aquí, pues poseo varios ejemplos de la misma naturaleza en los cuales, supuesta una *hipótesis* o una idea preconcebida, todos los *fenómenos* del orden considerado pueden predecirse *a priori,* y todos los efectos pueden seguirse naturalmente de ella en tanto que resultan de una causa definida de un determinado modo. Y, en realidad, el método sintético por medio de observaciones, experiencias, etc., sería muy largo si no estuviera apoyado frecuentemente por el analítico, que se muestra excelente en la práctica aunque proceda solamente por falsa posición, pues el descubrimiento de una negativa es una manera de restringir y de limitar una afirmativa"[1]. (Esta última parte de la frase, un poco obscura, se refiere sin duda a la importancia de las eliminaciones.)

También en una nota de Waller, en la cual resume una lección dada por Hooke en 1680, se ensalza la excelencia del método de Euclides y la utilidad de aplicarlo a la física. El ideal consiste en comenzar con un grupo muy reducido de principios, ya sea de axiomas *self-evident* o de postulados *easy to be granted,* procediendo de este modo "a notioribus ad minus nota". (Esto sería casi cartesiano sin la

1 *A discourse on earthquakes; Ibid.,* 330.

presencia de los postulados provisionales y plausibles al lado de los axiomas evidentes.) Y refiriéndose acaso al menosprecio de su ilustre contemporáneo Newton hacia las hipótesis, agrega: "Por útiles y aun por necesarias que sean las teorías y las hipótesis preconcebidas *(preconceived hypotheses)* [1], contrariamente a la opinión de algunos sabios, con el fin de hacer observaciones más apropiadas, de inventar y de combinar experiencias más tópicas y de construir instrumentos mejor adaptados a esta finalidad, no hay que poner menos cuidado en la determinación de la verdad o falsedad de la teoría". Sin una hipótesis, muchos hechos pasarían sin duda desapercibidos o no nos enseñarían nada (cf. *Ibid.*, pág. 280), pero la comparación de la idea preconcebida con los hechos exige una gran buena fe *(a great candour)* y exige que no se alimente ninguna afección o inclinación (*fondness*) hacia la teoría, "que solamente debe ser construída para descubrir la verdad y ser abandonada con la misma facilidad si los hechos no concuerdan con ella" *(A general scheme, Ibid.*, p. 65).

Comparemos, además, este último pasaje: "Y por la razón de que los datos a que se refieren nuestros razonamientos son inciertos y solamente supuestos, las conclusiones o las deducciones extraídas de ellos no pueden ser, a lo sumo, más que probables. Pero son cada vez más probables a medida que las consecuencias deducidas son confirmadas por el hecho o efecto, examinándolas mediante pruebas (*trials*) y observaciones realizadas con tal objeto *(designed observations)*. Así, pues, el efecto es lo que termina y ultima la demostración de lo que se ha inventado; la teoría no es más que un auxiliar para dirigir una investigación de este tipo y lo que proporciona la posibilidad

[1] Compárese con la expresión de Claude Bernard, que llama a la hipótesis "idea *a priori*".

de probar la existencia o no existencia de aquello de que se trata". (*Lectures concerning navigation. Ibid.*, p. 537.)

Se llegaba, pues, en dicha época al libre método hipotético, tal como será definido por Claude Bernard o por Mach, y se puede ver que Hooke tenía conciencia de sus procedimientos fundamentales. Pero "finalmente apareció Newton...", como dijo d'Alembert, y si ello tuvo como consecuencia realizar en física descubrimientos que dieron un impulso y una confianza incomparables a la generación siguiente, fué también para "proscribir las conjeturas" y para limitar el camino rodeándolo de barreras cuyos vestigios no han desaparecido todavía.

CAPÍTULO VI

LAS REGULAE PHILOSOPHANDI

Las cuatro reglas de Newton.- Función de la idea de universalidad. - Las causae verae: la doctrina de Newton y la de Le Roy.- El derecho a la inducción por enumeración simple. - ¿Cuáles son las "hipótesis" que elimina Newton?

Podía esperarse que Newton [1], cuyo nombre es acaso el más alto en la historia de la ciencia, hubiera dejado marcada su huella no menos profundamente en la historia del problema que estudiamos: ¿cuáles son los procedimientos legítimos y los procedimientos fecundos en el paso de los hechos a las leyes? Podía esperarse esta contribución tanto más cuanto que en sus célebres *Philosophiae naturalis principia mathematica* se encuentran al comienzo del tercer libro unas *Regulae philosophandi* que parecen destinadas a hacer juego con las reglas del método deductivo cartesiano, y al final de la obra hay un *Scholium generale* que se refiere también al método. Sin embargo, cuando se leen estas reglas se experimenta una gran decepción. Por una parte,

[1] Sobre el conjunto de las doctrinas newtonianas véase Rosenberger, *Isaac Newton und seine physikalischen Prinzipien*, Leipzig, 1895; y León Bloch, *La Philosophie de Newton*, París, Alcan, 1908. Sobre las *Regulae* en particular véase Whewell, *Philosophy of discovery*, cap. XVIII.

los grandes problemas vivos y permanentes de la inducción que hemos visto formulados sólo son abordados de una manera indirecta y, según parece, sin plena conciencia de ellos; por otra, el extraño empleo de los términos lógicos (por ejemplo, *deducción* para el paso de los hechos observados a la fórmula que los resume) da una impresión de falta de recursos bastante pronunciada.

He aquí las dos primeras reglas:

—"Causas rerum naturalium non plures admitti debere quam quae et verae sint, et earum phaenomenis explicandis sufficiant" [1].

—"Ideoque effectuum naturalium ejusdem generis eaedem assignandae sunt causae, quatenus fieri potest" [2].

Estas dos primeras reglas pueden resumirse en una. Su comentario es muy breve. Para la primera: "Los filósofos dicen en general: *la naturaleza no hace nada en vano* y sería ocioso hacer con medios abundantes lo que se puede hacer con medios limitados. Pues la naturaleza es simple y no abunda en causas superfluas (*Natura enim simple est, rerum causis superfluis non luxuriat*)". Y para la segunda: "Por ejemplo la respiración en el hombre y en el animal; la caída de las piedras en Europa y en América; la luz de una hoguera y la del sol; la reflexión de la luz en la Tierra y en los planetas". Esto es todo.

La idea general es antigua. Inclusive es notable ver a Newton, tan poco aristotélico, tomar como única base de su razonamiento el axioma peripatético: *natura nihil facit frustra*. Por otro lado, es la tradición común de los escolásticos y de los modernos. A la "navaja" de Guillermo de

1 "No deben admitirse otras causas de las cosas naturales que las que sean verdaderas y sean suficientes para la explicación de sus fenómenos."

2 "Por esta razón hay que atribuir las causas de los efectos naturales a los fenómenos pertenecientes al mismo tipo."

Occam: *Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem* responde la fórmula baconiana: "Ea demum scientia ceteris est praestantior quae intellectum humanum minima multiplicitate onerat". Y esta misma regla era particularmente viva en la época de los *Principios* (1687); basta recordar la fórmula de Leibniz sobre el mundo "más simple en hipótesis y más rico en fenómenos" (*Discours de méthaphysique*, 1686), así como las expresiones análogas de Malebranche (*Entretiens métaphysiques*, 1688).

¿Dónde radica, pues, el interés de esta regla para Newton? Es un interés doble. En primer lugar, si Newton es muy poco filósofo en el sentido moderno de la palabra, es teólogo. Esta simplicidad expresa la gloria de Dios. En segundo término, se trata de justificar su teoría de la gravitación, que identifica una multitud de fenómenos muy diferentes y alejados en apariencia. Aquí radica una gran verdad: la asimilación de las cosas entre sí, que es uno de los intereses fundamentales de la razón. Y, en el fondo, el inmenso éxito de su ley (a pesar de la resistencia de los sabios, fundada en lo que la idea de *atracción* tenía de ininteligible, de anticartesiano) se debe precisamente a que enunciaba una ley "universal", a que realizaba una asimilación prodigiosamente vasta entre fenómenos concebidos hasta entonces como distintos. Hay en el fondo de esta primera regla la idea, indudablemente muy fecunda, de que uno de los grandes beneficios que se pueden proporcionar al espíritu consiste en la unidad de explicación. Debe confesarse que Newton no lo dice expresamente y se puede dudar de que haya comprendido el principio en su forma general [1]. Se trata en él más bien de lo que Malebranche llamaba un razonamiento de justificación.

1 Véase, sin embargo, *Optica*, problema XXXI. (Texto citado más adelante.)

Pero la primera regla contiene también una expresión vaga que plantea una pregunta. ¿Qué es una *causa vera?* Newton no puede significar con ello una causa de tal índole que dé cuenta de todos los efectos observados, pues entonces no se explicaría que exigiera causas "quae *et* verae sint, *et* phaenomenis explicandis sufficiant": esto equivaldría a decir dos veces la misma cosa. Por *vera causa* se ha entendido habitualmente, dice Whewell, una causa que no es creada especialmente para la circunstancia, una causa cuya existencia nos es ya conocida con certidumbre por otras consideraciones, como es el caso en la pesantez directamente percibida. Pero se sabe que Whewell es el mayor defensor de la hipótesis que ha existido nunca. Interviene, pues, vivamente contra tal interpretación. Esto sería —piensa Whewell— una regla defectuosa. Cuando una misma causa es sugerida por clases de fenómenos muy diferentes, se trata sin duda de una excelente presunción de verdad. Pero si se hiciera de ella una condición *sine qua non*, ¿cómo podrían descubrirse nuevas causas? La afinidad química, las acciones ópticas, las fuerzas vitales han sido inventadas, con razón, para una sola clase de fenómenos. Si no hubiera existido la pesantez sensible, si la gravedad estuviera oculta en la superficie de la Tierra por otra acción, por ejemplo magnética, ¿hubiera tenido Newton menos fundamento para suponer su ley relativa a los movimientos de los astros? Una *vera causa* no es, pues, necesariamente una causa ya percibida directamente en otros casos, tanto más cuanto que en el fondo no se percibe jamás ninguna causa directamente: todas ellas se hallan siempre construídas por coligación. Debe tratarse, pues, simplemente de una causa que no se puede evitar, que no se puede substituir mediante un equivalente. La fórmula más arriba citada equivaldría de este modo a decir: necesaria

y suficiente [1]. Bosanquet ha vuelto a examinar en su *Lógica* (II, 154) esta idea de Whewell y ha concluído: "Una *vera causa* es, pues, una cosa o una circunstancia cuya necesidad es tal, que nosotros estamos absolutamente convencidos de ella por la obligación en que nos encontramos de conciliar los datos observados; y no hay ninguna razón en la naturaleza de las cosas para que una sola ciencia o un solo orden de realidades no sea suficiente para producir esta convicción".

Esto justificaría la palabra *deducción* (entendida en el sentido de prueba rigurosa): si la "causa" o, mejor dicho, la ley es absolutamente necesaria, se *deduce* verdaderamente de los fenómenos, pues su prueba es tan lógica como en cualquier razonamiento geométrico [2]. Pero se ve que entonces significa exigir demasiado y que no habría, por así decirlo, nunca *vera causa*, inclusive en física. Si éste es el sentido que daba Newton a su fórmula, es inaceptable. Sin embargo, acaso aquí también su idea tenga mayor valor que la forma demasiado absoluta bajo la cual se la representaba [3]. Creo que en todo esto se ha razonado demasiado *a priori*. Newton, que enunciaba, me atrevo a decir, reglas de ocasión, se encontraba más cerca de lo que parece de la realidad de los hechos, inclusive modernos. En el fondo, aquello contra lo cual se manifestaba era el derecho de introducir lo arbitrario en la explicación, tal como Le

1 *Philosophy of discovery*, p. 191. Cf. *Novum organum renovatum*, libro II, cap. V, 3.

2 *"Ut ... ex phaenomenis arguamus, et ab affectis ratiocinatione progrediamur ad causas"*. *Óptica*, III, qu. 28.

3 Cf. *De mundi Systemate*, 3 :"Certitudo argumenti". Hay en su pensamiento el deseo de afirmar su independencia con respecto a los que, como Hooke, han *supuesto* la existencia de una atracción que disminuye en razón inversa del cuadrado de la distancia, pero sin dar de ello ninguna *prueba*. Véase Rosemberger, *Newton*, págs. 162-163.

Roy lo ha caracterizado claramente en su comunicación al Congreso de filosofía de 1900: "¿Se comprueba en un caso el determinismo científico? Nosotros concluímos que las razones asignadas al fenómeno en cuestión son suficientes... ¿No se comprueba? Interpretamos entonces la laguna señalada como la *definición de un elemento nuevo que la colma*. Somos como obreros que embaldosan un espacio sin límites y que, por consiguiente, cualquiera que sea la forma de las baldosas ya colocadas, podrían siempre cortar los adoquines ulteriores de forma que se continuara sin retoques el embaldosamiento" (*Congreso*, I, 320). Considerar la laguna como definición de un elemento que la colma, he aquí precisamente, a mi entender, lo que se hacía con la *virtus dormitiva*, lo que Newton rechaza en nombre de la *vera causa*, y en realidad lo que constituye una imprudencia por parte de los sabios cuando así lo hacen (pues Le Roy va acaso un poco lejos pareciendo admitir el procedimiento como normal, y casi siempre se presta alguna mayor atención a él). La imprudencia proporciona algunas veces buenos resultados, pero en la mayor parte de casos no ocurre así. Entonces no se habla más de ella y se la olvida. Sigue siendo el mismo razonamiento de Diágoras.

Por ejemplo, cuando se comenzaron a descubrir las propiedades del radium, se erigieron diversas hipótesis: que el principio de la conservación de la energía era inexacto, y que en ciertas condiciones, realizadas por los cuerpos radioactivos, tenía lugar una producción de energía. He aquí el ejemplo de una hipótesis erigida únicamente para las necesidades de la causa y que no se apoyaba sobre nada más (salvo sobre el deseo escéptico de hacer tambalear el determinismo científico. Abel Hermant ha escrito sobre el particular una entretenida página). Luego se ha supuesto que el radium captaba una energía difundida en todo el espacio, relacionándose esta idea con las hipótesis, procedentes

del mismo Newton, sobre los movimientos cósmicos invisibles que podrían producir la gravitación. Era arriesgado, pero en este caso había algo que faltaba en el primero: un comienzo de convergencia, de refuerzo mediante dos órdenes de hechos acaso concurrentes. Sin embargo, no se podía hablar de *vera causa*. Pero ha sobrevenido una tercera hipótesis: la de la energía intraatómica, parte de la cual era liberada e involucionaba por la disgregación de los cuerpos. La idea quedó confirmada esta vez por las observaciones sobre la ionización de los gases, sobre la electrólisis, sobre la producción y modificación de las rayas espectrales, etc., etc. El resto ha caído en el olvido, y entonces se ha dicho que se poseía la *vera causa*, la verdadera causa, no en este sentido un poco angosto que parece tener la fórmula en el texto de Newton y que exigiría que la causa fuera directamente perceptible, sino en el sentido más amplio, del cual el primero es un caso especial, de que debe, para ser tal, apoyarse en una ancha base de hechos de orden tan diferente como sea posible.

He citado anteriormente la instructiva obra de Duhem titulada *Salvar los fenómenos*. La expresión se remonta probablemente a Platón. Salvar los fenómenos equivale a encontrar hipótesis de tal índole que las consecuencias concuerden enteramente con lo comprobado. El final de la obra me parece el mejor comentario a la idea imperfectamente expresada por Newton cuando reivindicaba para su gravitación celeste el honor de ser una *vera causa*. "A pesar de Kepler y de Galileo", dice (se podría agregar: a pesar de Bacon, de Descartes y de Newton, quienes creían que las leyes encontradas por el sabio son la misma legislación divina), "creemos hoy con Osiander y Bellarmino [1] que las hi-

[1] *Osiander*, que redactó el prefacio al libro de Copérnico sobre *Las revoluciones de los cuerpos celestes* y presentó la hipótesis copernicana como un simple medio de cálculo cómodo, sin realidad concreta; el cardenal *Bellarmino*, que escribió a Foscarini para aconsejarle,

pótesis de la física no son más que artificios matemáticos destinados a salvar los fenómenos. Pero gracias a Kepler y a Galileo" (y agregamos también: gracias sobre todo a Newton), "les exigimos que salven a la vez todos los fenómenos del universo inanimado". *Inanimado* es una curiosa reserva, que vale más dejar de lado por el momento. Cuando Newton pedía una *vera causa*, lo hacía sin duda en el sentido de realidad física, como lo querían Kepler y Galileo, y no había en ello ninguna intención: se sabe que creía en el espacio absoluto y que hacía de él el *sensorium* de Dios. Pero en el fondo, si se extraen todas las consecuencias de la concesión hecha por Duhem, esto va mucho más lejos de lo que parece en el primer momento, hasta un punto en que él mismo no lo creía. Si queremos hipótesis que no sean limitadas y contradictorias, si no admitimos una hipótesis en óptica y otra, inconciliable con la primera, en electricidad, tendemos a formarnos por medio de ellas una imagen única, común a todos los fenómenos y a todos los espíritus, que será precisamente lo que llamamos "el mundo". Y es por ello que el físico, como lo ha observado con mucha precisión Meyerson, es siempre *cosista* [1]. El aire ha sido primitivamente una hipótesis que ha explicado y enlazado entre sí las diversas sensaciones que nos proporcionan el viento, la respiración, la combustión. Ha terminado por ser una *cosa* a fuerza de coordenar hechos diferentes y hacerlos prever con seguridad. Si, como quiere Duhem, poseemos hipótesis "que salven" a la vez *todos* los fenómenos físicos que conocemos, ¿en qué diferirán de lo real? No hay otra *realidad física* que los sistemas estables formados por el contenido de nuestro conoci-

lo mismo que a Galileo, ocultarse bajo la misma doctrina. Es muy probable que el propio Copérnico la entendiera en el sentido más realista.

1 Véase Meyerson, *De l'explication dans les sciences*, especialmente libro I, cap. I.

miento. Hay que precaverse contra la ilusión de que hay, por una parte, fuera de nosotros un mundo de cosas físicas, completamente incognoscible, y, por otra parte, un sistema fantasmagórico de imágenes, que organizamos como podemos y que, a lo sumo, tiene con el primero una vaga correspondencia analógica, como ocurre en el realismo transfigurado de Spencer. Si hay "cosas en sí" distintas de las cosas físicas, ello sólo puede ocurrir en el plano de la conciencia y en razón de la doble representación, interna y externa, que poseemos de nosotros mismos, unida a nuestra creencia en la existencia de los semejantes. Pero en el orden físico no hay otra realidad que lo *objetivo*, es decir, que lo que nos representamos de una manera común y permanente. Si llegamos a poseer *verae causae*, seres y leyes suficientes para todos los fenómenos sensibles, que posean entre sí una coherencia lógica, habremos alcanzado realidades que tienen exactamente el mismo carácter que el agua, la madera, el sonido, el calor, que son nuestro tipo de comparación cuando discutimos sobre las realidades de los seres hipotéticos, como el corpúsculo eléctrico o el éter. Las reservas que deberían hacerse sólo se refieren a la existencia en otro plano de las realidades espirituales. Y no hay tampoco ninguna razón para menospreciar esta realidad física en relación con lo concreto más inmediatamente percibido por el hecho de que no se presente con este carácter de dato inmediato, con este carácter de absoluto, con esta independencia radical respecto a nuestro pensamiento que podríamos estar tentados a atribuirle y que sin duda le atribuía Newton. Pero *abusus non tollit usum*: no hay que concluir de ello que la idea de *vera causa* no sea más que una curiosidad histórica. Sólo se explica bien por la historia, pero ésta no tendría apenas interés si no nos abriera perspectivas sobre algo más que sobre la desaparición de los sistemas.

En este hiperrealismo en nombre del cual se rebaja el

valor de las construcciones científicas, hay el efecto de un falso movimiento: una vez que hemos construído la realidad física común, olvidamos todo el trabajo intelectual que se encuentra incorporado a ella y que le otorga su aspecto de independencia con respecto a los individuos. De este modo llegamos a formarnos un tipo de realidad que entra en conflicto con la realidad misma que ha servido para crearla. Pero precisamente el trabajo que realizamos al estudiar el funcionamiento del espíritu en la historia y en las ciencias nos conduce a adquirir conciencia de este impulso y de esta ilusión y a situar la realidad en el punto en que encontramos lo que, según Newton, se puede llamar las causas verdaderas. Y si nuevas concepciones, como las de la relatividad, nos obligaran a modificar mucho esta imagen del mundo, no precisaría mucho tiempo para que fuera adoptada por el sentido común, como lo ha sido la hipótesis copernicana, y para que fuera incorporada a la naturaleza de las cosas.

* * *

Voy a referirme ahora a la tercera regla newtoniana:

"Qualitates corporum quae intendi et remitti nequeunt, quaeque corporibus omnibus competunt in quibus experimenta instituere licet, pro qualitatibus corporum universorum habendae sunt".

Esta regla, como las precedentes, tiene, desde luego, demasiado evidentemente una razón personal e histórica. Consiste en formular una premisa mayor que le permita declarar "universal" a la gravitación desde el momento en que la ha observado sin excepción en todos los cuerpos con los cuales podía experimentar [1]. Y, en efecto, el comentario bastante extenso, consiste en decir que la extensión, la impenetrabilidad, la masa, la movilidad y lo que llama la

1 Véase *Principia*, libro III, proposición VI, corolario 2.

fuerza de inercia se encuentran en todos los cuerpos conocidos. Ahora bien; es un hecho que los físicos no vacilan en considerar que todas estas cualidades pertenecen a todos los cuerpos e inclusive a las partes insensibles de los cuerpos. Se tiene, pues, el derecho de razonar del mismo modo sobre la gravitación. Y agrega esta fórmula muy enérgica: "Et hoc fundamentum est philosophiae totius", y aquí radica el fundamento de toda la ciencia (pues no hay que olvidar lo que quiere decir esta palabra en su época y el sentido que *natural philosophy* ha conservado en inglés casi hasta nuestros días. Coste traduce en general esta expresión por "física"). Se trata, pues, ante todo, de una justificación personal, de uno de esos "principios" que se formulan frecuentemente para defenderse contra los abusos o para apoyar una determinada candidatura universitaria o académica.

Pero, a pesar de sus orígenes, el principio es algunas veces válido. Se ha mostrado que todos los artículos de la *Declaración de los derechos del hombre* eran protestas extraídas de los "cuadernos" de los representantes contra determinadas prácticas irritantes que sufría el país. Esto no les impide tener casi siempre un alcance general y coincidir con fórmulas americanas muy parecidas. También aquí la regla invocada se vincula, aunque no se manifieste expresamente, con esta verdad metodológica muy importante de que toda inducción se basa en el procedimiento inductivo más fundamental, la *inductio per enumerationem simplicem, ubi non invenitur instantia contradictoria* (Bacon), la enumeración sin ejemplo contrario, o sea la generalidad sin excepción. Lo hemos hecho observar ya al hablar de Aristóteles: no solamente es psicológicamente anterior a todas en el desarrollo de los universales y de las proposiciones universales, sino que una teoría lógica de la inducción se ve siempre obligada a admitir que las cosas que se ven son ejem-

plos de ciertas clases y que, a menos que se demuestre lo contrario, hay que juzgar las clases por los ejemplos. No es lo singular lo que se halla en el origen de la experiencia sensible o del pensamiento lógico, y es por eso que la regla bastante egotista de Newton debe ser tenida en cuenta. Anticipo un poco de lo que más adelante diré sobre el tercer sentido del problema del fundamento de la inducción, pero me parece útil precisar ya ahora que si alguien no admite como *dado* más que lo singular, no podrá construir nada verdadero. En efecto, siempre se encontrará en presencia de una duda de imposible solución, pero esta duda tiene su origen en el hecho de partir de una situación ficticia, pues, en realidad, partimos siempre de reflexiones comunes y de clases de cosas. De lo contrario, habría que ir hasta la sensación y acaso inclusive hasta los elementos de la sensación en el momento único en que son experimentados; precisaría decir que no se percibe un ser individual, como Sócrates, pues "Sócrates" sería ya en este respecto una clase y una construcción, la clase de todos los Sócrates o de todas las sensaciones referidas a Sócrates que han sido percibidas por Platón, por Fedón, por Alcibíades en un número indefinido de momentos particulares. Sin la idea directriz de la universalidad no tendría sentido ninguna experiencia en cuanto tal [1]. No se generaliza considerando los animales individualmente y preguntándose si éste o aquél o el de más allá presentan caracteres que puedan ser universalizados; por el contrario, ha sido necesario desde el comienzo universalizarlos por principio, considerando el individuo como representante de una clase, viendo en él la clase misma y efectuando en esta generalización las restricciones necesarias. Lo mismo ocurre, por ejemplo, en la constitución de las especies químicas. Es una cuestión de *onus probandi*; aquí, como en materia jurídica, es necesario

[1] Véanse más adelante los capítulos XI y XII.

que la prueba esté a cargo de uno de los dos litigantes. Y también una vez que se haya, por así decirlo, tomado posesión de hecho, debe proporcionarse la prueba de la excepción, la cual es con gran frecuencia, en materia física como en materia judicial, la única prueba posible.

Newton dice también al final de su *Óptica*, problema XXXI: "En filosofía natural, lo mismo que en matemáticas, la investigación de las cosas difíciles por el método de análisis debe preceder al método de composición" (es decir, la síntesis en el sentido de Descartes: conducir por orden los pensamientos, comenzando por los axiomas evidentes). "Este análisis consiste en hacer experiencias y observaciones y en extraer por inducción conclusiones generales, en no admitir otra objeción contra estas conclusiones que las que proceden de experiencias o de otras verdades ciertas, pues no hay que tener en cuenta las hipótesis en la filosofía experimental [1]. Y aunque el argumento extraído por inducción de las experiencias o de las observaciones no sea una demostración de las conclusiones generales" (*demostración* en el sentido más estricto: Newton concede aquí, por lo menos verbalmente, y en oposición a lo que hemos visto antes, que no hay deducción en el sentido de prueba rigurosa), "dicho procedimiento constituye la mejor manera de razonar que admite la naturaleza de las cosas, de suerte que debe ser reconocida como tanto mejor fundada cuanto más general sea la inducción".

En definitiva, la cuestión es ésta: ¿se puede obtener en física una certidumbre a la vez categórica y absoluta? No, y hoy diríamos: no se puede obtener ni siquiera en matemáticas. Pensad en la obra tan penetrante y tan inquietante de Gaston Milhaud sobre *La certidumbre lógica*. Pero en nombre de esta certidumbre absoluta cuya idea forma-

[1] Véase un poco más lejos la discusión de la "Hypotheses non fingo".

mos llevando a sus últimas consecuencias la noción de nuestra certidumbre real, en nombre de esta certidumbre ¿hay que despreciar los conocimientos reales que poseemos y ponerlos al mismo nivel que las opiniones individuales? Esto sería absurdo: la verdad de una teoría científica debe ser juzgada por la medida de nuestro mejor conocimiento, es decir, por el conocimiento físico espontáneo, elaborado por el trabajo colectivo de los hombres. Y si esto es lo que tomamos por tipo, las inducciones como la de Newton deben parecernos "de primer orden". Esto es, a mi entender, lo que él quiere decir, y en este caso tiene, desde luego, razón.

* * *

Regla IV. "In philosophia experimentali, propositiones per inductionem collectae, nonobstantibus contrariis hypothesibus, pro veris, aut accurate aut quam proxime, haberi debent, donec alia occurrant phaenomena, per quae aut accuratiores reddantur, aut exceptionibus obnoxiae." Comentario, en una simple línea: "Hoc fieri debet ne argumentum inductionis tollatur per hypotheses".

También hay aquí una evidente razón histórica y accidental. Se le decía: "Lo que proponéis no es más que una hipótesis al lado de muchas otras ya existentes o susceptibles de invención". A lo cual contestaba Newton, en una forma ciertamente un poco confusa: "¿Tenéis mejores razones para suponer que son verdaderas? De lo contrario, abandonadlas y procurad ateneros a lo que está directamente sugerido por los hechos". Creo que comprenderemos mejor la intención de esta regla si la comparamos con la *vera causa* y con el modo como había sido discutida la "hipótesis" de Galileo relativa al movimiento de la Tierra. Ya en 1616, nos cuenta Duhem, la Inquisición le había prohibido enseñar esta teoría. El cardenal Barberini (que luego fué nombrado papa con el nombre de Urbano VIII en el momento de su condena) lo mandó llamar y le hizo este razonamiento:

"¿Cómo podéis asignar límites al poder de Dios? Si Él puede producir fenómenos celestes del modo que suponéis, puede producirlos también de infinitas otras maneras que sobrepasan vuestra inteligencia. Limitáos, pues, a decir que adoptáis la representación más cómoda para vuestros cálculos". Galileo no contestó nada, según parece, y se limitó a reproducir la objeción en sus *Diálogos* de 1632, simulando encontrarla muy vigorosa. Pero la ponía en boca de Simplicio, el peripatético ridículo, y la aplicaba a la teoría del flujo y del reflujo del mar. Estos se explicaban muy bien por el movimiento de la Tierra y por una oscilación correspondiente a los mares. Admitámoslo; pero poco importa. ¿Por qué la potencia infinita de Dios no podía producirlos de otra manera completamente incomprensible? [1]. Nada más vivo, inclusive en nuestros días, que el fondo de esta controversia. Poincaré decía: "Si hay *una* explicación mecánica posible, hay siempre una infinidad de otras explicaciones mecánicas. Ninguna posee un privilegio sobre las demás, excepto su mayor o menor comodidad". Le Dantec respondía: "Esto equivale a decir que cuando una reacción química es posible de una cierta manera, lo es de una infinidad de maneras agregándole en toda suerte de proporciones todas las substancias químicamente inertes que se puedan encontrar o imaginar".

Examinemos nuevamente la regla de Newton y su antipatía hacia lo que llama "hipótesis". Lo mismo se encuentra en la *Óptica* (II, cuestión 28): "Philosophiae naturalis id revera principium est et officium et finis, ut sine fictis hypothesibus ex phaenomenis arguamus, et ab effectis ratiocinatione progrediamur ad causas . . .", lo que muestra, digámoslo de paso, que Newton no tiene ninguna repug-

[1] En el caso en cuestión, ocurría que justamente hubiera sido Simplicio el que tendría razón. Pero es fácil modificar el ejemplo y mostrar que esta manera de razonar destruiría toda inducción causal, inclusive en la vida cotidiana.

nancia por la noción de causa; por el contrario, cree que la cadena de las causas físicas nos conduce a Dios.

La misma preocupación se encuentra en el célebre escolio con que terminan los *Principios* y en el cual se halla la fórmula que posteriormente se ha convertido en una consigna: *Hypotheses non fingo*. "He llevado hasta allí, dice, la explicación de los fenómenos celestes y de las mareas mediante la fuerza de la gravedad, pero no he determinado todavía la causa de ésta... No he podido aún conseguir deducir de los fenómenos las razones de estas propiedades de la pesantez, y yo no imagino hipótesis. Pues todo lo que no se deduce de los fenómenos debe ser llamado hipótesis [1], y las hipótesis, tanto si son metafísicas como físicas, tanto si se refieren a causas ocultas como a causas

1 "As in Geometry the word Hypothesis is not taken in so large a sense as to include the Axioms and Postulates, so in experimental Philosophy it is not to be taken in so large a sense as to include the first Principles or Axioms which I call the laws of motion... And the word Hypothesis is here used by me to signify only such a proposition as is not a Phaenomenon, nor deduced from any Phaenomenon, but assumed or supposed without any experimental proof." (Del mismo modo que en Geometría la palabra hipótesis no es entendida en un sentido tan amplio que incluya los axiomas y postulados, así también en filosofía experimental no debe ser entendida hasta el punto de englobar los primeros principios o axiomas a los cuales llamo leyes del movimiento... Y la palabra "hipótesis" es empleada por mí sólo en el sentido de aludir a una proposición que no sea un fenómeno ni sea deducida de ningún fenómeno, sino que sea supuesta o admitida sin prueba experimental.) *Carta* de Newton a Cotes del 28, marzo, 1713, citada en Rosenberger, *Isaac Newton*, p. 372. Lo que Newton no parece advertir todavía es la función metodológica que puede desempeñar lo que es admitido provisionalmente "sin ninguna prueba".

mecánicas [1], no tienen lugar que ocupar en la filosofía experimental. En esta filosofía, las proposiciones son *deducidas* de los fenómenos (hemos explicado ya este término imprevisto) y se convierten en generales por medio de la inducción. De este modo se han conocido la impenetrabilidad, la movilidad, el *impetus* de los cuerpos (fuerza viva), las leyes del movimiento y de la pesantez. Basta que esta pesantez exista realmente (*revera existal*), que actúe según las leyes que hemos explicado y que sea suficiente para todos los movimientos de los cuerpos celestes y del mar" [2].

Una parte de este célebre texto, confuso y frecuentemente citado, no hace más que resumir lo que hemos visto en el comentario a la tercera regla. Por lo demás, me parece que tiene un sentido suficientemente claro si lo consideramos a la luz de los que hemos citado anteriormente. Si quieren extraerse consecuencias sólidas de la observación de los hechos hay que permanecer en la inmediatez de éstos, soltar lo menos posible las riendas a la imaginación y, sobre todo, no *explicar* de una manera complicada o lejana (con el pretexto de alcanzar una inteligibilidad

1 Creo que no se trata aquí de cuatro clases de hipótesis, sino de que las dos últimas deben ser puestas, por así decirlo, entre paréntesis y constituir una explicación: 1º hipótesis metafísicas o de cualidades ocultas; 2º hipótesis físicas, es decir, erigidas por un mecanismo del tipo baconiano-cartesiano. Cf. *Óptica*, III, 28.

2 *Philosophiae naturalis principia mathematica*, p. 530. Veinte años antes que Newton, Wallis había escrito ya, casi en los mismos términos: "Quodnam sit, in consideratione physica, gravitatis principium, non hic inquirimus. Neque etiam an dici qualitas debeat, aut Corporis affectio aut quo alio nomine censeri par sit. Sive enim ab innata qualitate in ipso gravi corpore; sive a communi circumstantium vergentia ad centrum: sive ab electrica vel magnetica Terrae facultate, etc., *sufficit ut gravitatis nomine eam intelligamus*, quam sensu deprehendimus, *vim* deorsum movendi tum ipsum corpus grave, tum quae obstant minus efficacia impedimenta". Wallis, *Mechanica* (1669). Defin. XII. *Op. mathematica*, Oxf., 1695, I, 573-576.

de tipo cartesiano) lo que puede *expresarse* mediante fórmulas que se limitan a resumir la observación y a extraer sus resultados, ya sea extendiendo a toda una clase lo que se ha comprobado en todos los casos observados, ya sea extendiendo a todos los valores lo que solamente se ha encontrado que era verdadero en un número finito de mediciones.

En el sentido actual de la palabra y como se ha hecho observar frecuentemente, Newton ha empleado copiosamente la hipótesis: la misma idea de gravedad universal es un magnífico ejemplo de ello, lo mismo que la historia de su comprobación. Ha ido inclusive más lejos y no se ha abstenido de buscar esta razón de la gravedad, que eliminaba en el pasaje anterior. Indica una causa posible de la misma, la existencia de un éter (*spiritus subtilissimus omnia pervadens*), en la 2ª edición de los *Principios*, justamente a continuación del pasaje citado y sin preocuparse de la contradicción aparente que implicaba semejante adición. El mismo problema es discutido en la *Óptica*, en donde figuran varias "cuestiones" sobre la emisión o la vibración. Rosenberger ha hecho notar una carta dirigida a Oldenburg en 1672, en la cual parece haber concebido, antes de Malebranche, que si la hipótesis vibratoria era verdadera, debería explicarse la variedad de los colores mediante la rapidez diferente de los períodos. Ph. E. B. Jourdain ha examinado estas investigaciones detalladamente en un artículo titulado: "Las hipótesis de Newton sobre el éter, de 1672 a 1679" (*Monist*, enero de 1915). Es útil insistir en ello, porque el autor de semejantes conjeturas se ha convertido luego en el santo patrón de quienes las proscriben.

Hay en Newton, ciertamente, una extremada desconfianza, acompañada de cierto rencor, contra el abuso de las hipótesis. Cuando dice: "No hago hipótesis", quiere decir: "Lo que yo hago no son meras suposiciones como

las de Roberval, Bouillaud y Hooke, a quienes se quiere atribuir mi descubrimiento. Yo no supongo nada; demuestro" [1]. Pero no pronuncia contra la hipótesis en el sentido moderno la proscripción que se le ha atribuído.

Ya en esa época se constituyó un tema general y común del método experimental que se impuso a todos los físicos y dentro del cual solamente ha habido algunas discrepancias acerca del desarrollo que debía darse a las diferentes partes. No deben suprimirse arbitrariamente las diferencias entre las épocas y los espíritus; éste era el defecto de la antigua historia. Pero tampoco hay que caer en el exceso contrario y desconocer el fondo común que, desde el punto de vista de los valores, constituyen las adquisiciones humanas, ni olvidar que los grandes espíritus se hallan siempre más próximos entre sí que sus discípulos, imbuídos de las oposiciones de escuela, con las cuales substituyen su falta de originalidad. La pregonada hostilidad de Newton contra las "hipótesis" se refiere a la hipótesis "ficticia", gratuita, a la hipótesis como mera posibilidad de imaginación escéptica, del tipo del genio maligno cartesiano. Esta hostilidad sigue siendo muy grande contra la hipótesis que no es verdadera ni falsa, la de los astrónomos de la Edad Media, la hipótesis "indiferente" de Poincaré, alterada según las comodidades del cálculo. El físico debe dirigirse siempre a la realidad [2]. Finalmente, es mucho me-

[1] "Hay gran distancia entre la conjetura de Hooke y las pruebas con que la apuntalaba, y las sublimes *demostraciones* con que Newton ha establecido posteriormente esta ley del Universo." Montucla, *Hist. des mathématiques*, tomo II, 540, 541.

[2] Es curioso leer al comienzo del III vol. de la edición muy usual de los *Principia*, dada en 1742 por los PP. Le Seur y Jacquier: "Newtonus in hoc tertio libro Telluris motus hypothesin assumit. Auctoris propositiones aliter explicari non poterant... Hinc alienam coacti sumus gerere personam; ceterum latis a Summis Pontificibus contra Telluris motum decretis nos obsequi profitemur".

nor la que tiene contra la hipótesis de estructura; Newton no quiere entregarse a ella a la ligera en tanto que "non adest sufficians copia experimentorum" [1]. A su entender, hay por el momento algo mejor a que dedicar su atención. Esto se verá luego. Por último, no formula ninguna objeción, sino todo lo contrario, a la concepción del espíritu que erige en "ley" o en "causa" una idea general que coordene los fenómenos sin alejarse mucho de ellos. Pero no quiere llamar a ello una hipótesis. Y de aquí que lo que se puede deducir de sus fórmulas, tan poco precisas, sobre el método, responde en conjunto a lo que hemos distinguido como la primera forma, indudablemente la más importante, del problema de la inducción: la disciplina interior del razonamiento experimental, la distinción entre los procedimientos razonables y fecundos, y los procedimientos estériles o temerarios.

1 *Principia*, ad finem. Cf. el prefacio de Cotes a la 2ª ed., en donde se reserva contra su maestro (¿con su conformidad?) el derecho de inventar hipótesis en tanto que "quaestiones de quarum veritate disputetur". Rosenberger ha puesto de relieve estas restricciones y acaso estas vacilaciones. Véase su *Newton*, libro II, 2ª parte, cap. I y II.

Sobre la idea de "causa" en Newton y las reflexiones sobre la causa de la gravedad, léase como complemento a lo dicho el excelente capítulo titulado "La causalidad según Newton" en *L'Expérience humaine et la Causalité physique*, de L. Brunschvicg.

CAPÍTULO VII

LA INFLUENCIA DE LA IDEA NEWTONIANA HASTA NUESTROS DÌAS

El programa de Newton: observación y deducción matemática; desconfianza hacia la interpretación mecánica y la investigación de las estructuras. - "Todo ocurre como si...". - El espíritu newtoniano en el siglo XVIII. - El espíritu newtoniano en Reid, Ampère, Auguste Comte, Littré. - La teoría física según Duhem. - La energética.

A pesar de la vaguedad de sus expresiones, a pesar de sus preocupaciones enteramente personales, la influencia de Newton se ha ejercido con fuerza sobre el desarrollo del método experimental. Esto ha tenido lugar de diferentes maneras:

1º Ante todo, por el ejemplo típico e impresionante de la gravitación universal, que responde a dos de las necesidades más fundamentales del espíritu: por una parte, la asimilación entre sí de las clases de fenómenos (*identidad* y *asimilación* son los términos de que se sirve Comte para caracterizar el efecto de este descubrimiento) [1]; por otra, la asimilación de los fenómenos al espíritu mediante de-

1 *Curso de filosofía positiva*, lección 24.

ducción matemática. El mismo título de los *Principia* es característico y simbólico. También aquí ha subrayado Comte este carátcer y ha hablado de él como de "un verdadero rasgo de genio" [1]. Esta unión de las matemáticas con lo físico concreto era, sin duda, antigua, y fué admitida en principio por Roger Bacon, Buridán, Leonardo de Vinci, el canciller Bacon, Galileo y Descartes. Pero nunca se había efectuado de un modo tan íntimo la citada asimilación. La introducción de la idea newtoniana de *fluxión,* es decir, de infinitesimal, llevaba la correspondencia hasta el más pequeño detalle [2]. La inteligencia se demostraba verdaderamente capaz —dígase lo que se quiera a veces— de seguir con un movimiento continuo los procesos de la naturaleza. Se dirá acaso que las teorías de Newton sobre la dispersión de la luz tenían tanto valor como las precedentes gracias al ejemplo del cuidado experimental, de la precisión y de la variedad de las pruebas. Esto es verdad, de forma que también han ejercido una gran influencia sobre el gusto hacia los hechos precisos. Pero ¡qué diferencia en el efecto que han prolucido sobre la imaginación del público científico! Efecto comprensible, pues no es más que una bella muestra de la *variatio experimenti* que aclara las diferencias que *deben ser explicadas.* Cuando Kant hablaba de un "Newton de la brizna de hierba", se refería al autor de la ley universal y única y no al modelo posible de una experimentación biológica perfecta. Lo mismo ocurría cuando los asociacionistas se jactaban, desgraciadamente sin fundamento, de haber realizado en psicología lo que había hecho Newton en física.

2º En segundo lugar, Newton ha obrado de acuerdo con sus preceptos de prudencia: cumplimiento del consejo baconiano de andar con pies de plomo. El cartesianismo había

1 *Ibid.*, lección 19.
2 D'Alembert, *Discurso preliminar* de la *Enciclopedia,* 114.

sido en este respecto intemperante: no solamente en lo que se refiere a la doctrina de los "torbellinos", a la materia estriada, a la elasticidad explicada por los movimientos de la materia sutil, a la teoría de la influencia nerviosa, sino también y muy especialmente en lo que toca a la fisiología derivada de ello, en donde se procede a la invención a toda prisa, sin observación paciente, de sistemas de filtros, de válvulas y de mecanismos tan imaginarios como la contracción de los músculos por "incuneación" (Borelli). Es lo que hacía decir a d'Alembert, después de un elogio muy prudente de Descartes: "Finalmente apareció Newton —cuyo camino había sido preparado por Huyghens [1]— y dió a la filosofía una forma que parece tiene que conservar. Este gran genio vió que había llegado la época de eliminar de la física las conjeturas y las hipótesis vagas o, por lo menos, de no considerarlas más que en su valor propio, y de someter esta ciencia únicamente a las experiencias y a la geometría" [2]. Permanecer lo más cerca posible de los hechos; acumularlos; buscar sobre todo fórmulas matemáticas que resuman las observacioses, reducidas en lo posible a medida; aproximarse a la inducción completa de Aristóteles como ideal del conocimiento científico: he aquí los rasgos fundamentales del programa.

Estos rasgos implican un corolario de gran importancia alrededor del cual se sigue discutiendo: aplazar *sine die* el esfuerzo para descubrir los "esquematismos" y los "procesos" que tanto interesaban a Bacon y a Descartes y que los modernos teóricos de la estereoquímica o de la estructura atómica han rehabilitado recientemente. La tendencia newtoniana, si no la misma práctica de Newton, consiste en no considerar como verdaderamente "científico" más

1 Pero Huyghens es mucho más liberal en materia de hipótesis. Véase el siguiente capítulo.
2 *Discurso preliminar* de la *Enciclopedia,* 114.

que lo que se ve o se puede ver y dejar el resto a la "metafísica". Un gran matemático que falleció hace algunos años, Darboux, me decía un día que la filosofía de las ciencias era "la conversación de los sabios después de la cena". Creo que Newton y todos los que luego se han apoyado en él tenían exactamente la misma opinión con respecto a las investigaciones consistentes en intentar comprender los fenómenos en vez de limitarse a comprobarlos, y en penetrar en los movimientos y estructuras invisibles que los explican. Son conversaciones de sabios, pero de sabios que han terminado su verdadero trabajo profesional. De esta tendencia, unida al matematismo newtoniano, ha nacido la creencia, todavía muy extendida actualmente entre los experimentadores, de que se realiza un progreso mayor consiguiendo la aproximación de otro decimal que decidiéndose entre la emisión y la vibración.

Frecuentemente se agrega que también se debe a Newton la introducción en física del uso prudente y agnóstico de la fórmula "todo ocurre como si" (Véase, por ejemplo, Claude Bernard, *Introduction*, 2ª parte, p. 115). Newton ha utilizado ciertamente la expresión *quasi esset attractio*, pero era sólo para indicar que no la entiende en un sentido psicológico o metafísico, para reservarse los derechos lejanos de una interpretación mecánica y para defenderse contra la acusación de resucitar las cualidades ocultas. León Bloch ha mostrado perfectamente este punto en su *Philosophie de Newton*. Puede compararse esta precaución con lo que el propio Newton hace observar en el primer libro de los *Principios* [1] a propósito de las fuerzas. Cuando habla de

1 "Voces autem attractionis, impulsus, vel propensionis ... indifferenter et pro se mutuo promiscue usurpo, has vires non physice sed mathematice tantum considerando; unde caveat lector, ne per hujusmodi voces cogitet me speciem vel modum actionis causamve aut rationem physicam alicubi definire ...". *Principia*, libro I, VIII. Cf. también libro III, *De mundi systemate* (primera redacción), 2.

la gravedad, no vacila en decir "satis est quod gravitas revera existat". Por otro lado, esta actitud crítica respecto al alcance y a la realidad de las leyes científicas es más bien la heredera de las concepciones de la Edad Media sobre la hipótesis en tanto que *lexis*, sobre la hipótesis no verdadera ni falsa y construída de tal modo que se deriven de ella los hechos previstos. Hemos visto que, por el contrario, Newton estaba orientado, no menos que Kepler, Galileo y Descartes, hacia ese realismo que Meyerson convierte, sin duda con razón, en la doctrina general de los sabios. En la invocación de Newton como santo patrón por la escuela "nominalista" moderna (o, cuando menos, por algunos de sus representantes) se ha producido una especie de desviación gradual, nacida de una asociación, bastante natural sin duda, con otros caracteres de su filosofía científica, pero se trata de una desviación que en este punto llega a un completo alejamiento.

El espíritu newtoniano o, mejor dicho, si se me permite la expresión, la consigna newtoniana ha contribuído ciertamente al extraordinario florecimiento experimentado en el siglo XVIII por la tendencia a coleccionar los hechos o las producciones de la naturaleza. Se encontrarán numerosos documentos sobre esta inclinación general en la notable obra de Daniel Mornet, *Les Sciences de la nature en France au XVIII^e siècle* (1911). Por otro lado, el movimiento no se limita a Francia: casi todas las obras francesas de alguna importancia sobre estos problemas fueron inmediatamente traducidas al inglés. Fué en Inglaterra donde se desarrolló la *Físico-teología*, cuyos orígenes podían encontrarse en el propio Newton y que fué simultáneamente efecto y causa de ese entusiasmo por el conocimiento científico descriptivo [1]. Las *Cartas* de Euler *a una princesa*

1 La *Physico-theology* de Derham data de 1714. En Francia, la obra más característica en este respecto es sin duda *Le Spectacle de*

de Alemania (1760) son una testimonio de la misma curiosidad. Lo que Bacon llamaba *historia naturalis et experimentalis* hizo furor en la corte y en las clases acomodadas, numerosas en Francia en dicha época, lo que explica probablemente la amplitud de semejante influencia. La ciencia tiene, aproximadamente como el arte, necesidad de un público: los dos grandes impulsos modernos de la ciencia experimental coinciden, como podemos comprobar, con la formación de un público capaz de participar en ellos, de un público que desarrollaba y ampliaba el saber mutuo que se podía tener de ella. El primer impulso es el Renacimiento: la invención de la imprenta eliminaba uno de los mayores obstáculos que había encontrado el pensamiento científico. El segundo es aquel a que nos estamos refiriendo. No tengo necesidad de recordar una vez más la verdad filosófica general que confirma esta observación.

Las obras del Abate Nollet son acaso la muestra más impresionante de este espíritu de investigación, a la vez coleccionista y experimental. Se opone este espíritu a lo que se llaman "los sistemas", término peyorativo entonces muy corriente (por ejemplo, en la sátira de Voltaire que lleva este título). El cartesianismo parece ser el "sistema" típico; no sin una buena tradición ha titulado Hamelin su libro sobre el filósofo, *El sistema de Descartes*. Voltaire, que se había manifestado primeramente más favorable a Descartes que a Newton (Véanse, por ejemplo, sus *Cartas filosóficas* de 1726), terminó por invertir su apreciación. En 1738 escribe (al Señor des Alleurs) que Descartes fué uno de los mayores geómetras de su tiempo, pero que en física "abandonó su geometría por el espíritu de *invención*, de sistema, de novela". A los hombres actuales que están penetrados del método hipotético produce un efecto sin-

la Nature, del abate Pluche (1732) que tuvo un éxito inmenso. Véase Janet, *Les Causes finales*.

gular este empleo peyorativo de la palabra "invención". Véanse igualmente sus *Elementos de la Filosofía de Newton*, en los cuales, hablando de las diversas formas de materia admitidas por Descartes, escribe: "Cuanto más ingeniosamente imaginado estaba este sistema, más indigno era de un filósofo" (II, 1). En cuanto a Newton, declara: "Enemigo de los sistemas, no juzgaba nada a menos que fuera mediante análisis, y cuando le faltaba esta antorcha sabía detenerse" [1] (I, 6). Se encontrarán también textos muy característicos y sorprendentes sobre este punto en el prefacio del *Tratado de Dinámica*, de d'Alembert, y en el de la *Enciclopedia*. Fontenelle escribía asimismo en 1771 a uno de sus corresponsales: "No hagamos sistemas; no somos para ello bastante ricos. Hagamos muchas experiencias; acumulemos hechos". De ahí el culto retrospectivo de los "filósofos" por Bacon y, como reacción, la violenta animosidad de Joseph de Maistre a que antes nos hemos referido.

En su *Ensayo sobre las facultades del espíritu humano* (1785), Thomas Reid llega a escribir que "de todos los descubrimientos anatómicos y fisiológicos, no hay ninguno que haya sido debido a una conjetura ... Todos los descubrimientos han sido el fruto de la observación paciente, de un gran número de experiencias exactas y de las consecuencias legítimas *deducidas* de ellas. Estas experiencias han desmentido constantemente y jamás han justificado las teorías y las hipótesis que habían imaginado los espíritus sutiles ... El mundo se ha extraviado durante tanto tiempo a causa de las hipótesis, que es de importancia decisiva para el que intente hacer progresos en la ciencia, tratarlas

[1] Hemos visto en Newton esta idea del análisis. Vuelve a encontrarse aquí el célebre uso que hacía Condillac de esta palabra, a la cual concedió un amplio sentido, que abarcaba no sólo la descomposición, sino también la comprobación por recomposición, sin la cual, a su entender, el análisis es incompleto e incierto.

con el desprecio que puede merecer la vana y quimérica pretensión de *penetrar en los misterios de la naturaleza por la sola fuerza del espíritu humano*" (I, cap. III). Y esto es en Reid una idea fundamental, en la cual insiste más adelante. "Los partidarios de la hipótesis han sido frecuentemente invitados a que señalaran un solo descubrimiento en la naturaleza hecho por este método" (*Ibid.*, II, 3).

Esta exageración prodigiosa sólo fué posible por la corriente impetuosa que se produjo en el siglo XVIII a causa de la influencia de las masas, por la reacción de la opinión de unos sobre otros. Pero ha tenido por resultado crear una prevención muy poderosa, que ha dominado inclusive a muchos grandes espíritus y que se ha mantenido hasta nuestros días, a pesar de la presión ejercida por una corriente inversa, a la que nos referiremos más adelante, y que ha conseguido, finalmente, la victoria.

Así, Ampère, en su Introducción a la *Memoria sobre la teoría matemática de los fenómenos electro-dinámicos únicamente* deducida *de la experiencia* (1827), invoca expresamente las reglas de Newton y reproduce sus expresiones: "deducir las leyes generales únicamente fundadas en la experiencia y deducir de estas leyes, independientemente de toda hipótesis sobre la naturaleza de las fuerzas que producen los fenómenos, el valor matemático de esas fuerzas". Por esta razón, agrega, ha dejado de hablar de las ideas que podía tener sobre la naturaleza de la *causa* productora de los fenómenos. Oersted, que ha hecho lo contrario, ha cometido, según Ampère, una gran equivocación al mezclar las hipótesis con los resultados positivos. No se trata de que desconozca la realidad y la "importancia" del problema; en este respecto podríamos repetir lo que hemos dicho a propósito de Newton. Pero quiere separarlo radicalmente

del estudio matemático-deductivo y abordarlo sólo posteriormente [1].

Bastaba forzar un poco esta tesis para llegar a la eliminación de las hipótesis de estructura o hipótesis "explicativas" y a su identificación con la investigación de las "causas", investigación considerada como una especulación metafísica. Es lo que sostiene Comte en su *Teoría fundamental de las hipótesis*, cuya influencia ha sido considerable (Curso, lección 28, 2ª parte. 1835). Es tan conocida que basta recordar sus líneas generales. Toda hipótesis científica debe referirse exclusivamente a las leyes de los fenómenos y no debe afectar nunca a su "modo de producción" [2]. Solamente sirve para acelerar la obtención de los resultados que la comparación habría podido obtener por sí misma en tiempo más dilatado. Ejemplos de buenas hipótesis son suponer que la Tierra es plana, o esférica o elipsoidal, y en este caso quizás con tres ejes desiguales; la gravedad; la ley de refracción; la variación de la velocidad del sonido con la densidad; la ley de la radiación calorífica; la liquefacción posible de todos los gases. Por el contrario, se prohiben las hipótesis sobre los flúidos, el éter, la estructura atómica, "aberraciones" tan quiméricas, aunque más cercanas al espíritu positivo, como los espíritus elementales de Paracelso o los ángeles rectores de Kepler. "Su origen es siempre el mismo y tiene su raíz en esta investigación de la *naturaleza íntima* de las cosas que caracteriza la infancia del espíritu humano" (307). Tienen su utilidad histórica para pasar al espíritu positivo; han representado un momentáneo consuelo de lo que creía perderse. Pero una ciencia verdaderamente adulta debe renunciar a ellas.

Hay, sin embargo, una reserva, muy curiosa, aunque

[1] Maxwell decía de él que había sido en este trabajo "el Newton de la electricidad". *Traité d'electricité*, trad. francesa, II, 204. Puede comprobarse que esto es verdadero en un sentido doble.

[2] Subrayado en el texto de Comte.

exterior a la teoría de la inducción experimental. En la lección 58 aparece la teoría de las hipótesis "simpáticas", al servicio de la síntesis subjetiva. La misión de estas hipótesis consiste en satisfacer una necesidad humana, sentimental, estética, ordenadora. Si se quiere, podrá permitirse en este respecto una especie de ficción, como la hipótesis molecular. Pero se trata de artificios "que hay que estar dispuestos a cambiar a la primera señal" y que son inclusive de índole contraria a las "hipótesis propiamente dichas" (641). Para Comte, se encuentran aproximadamente en el mismo plano que las que se hallan expuestas en la *Política positiva*: la Tierra considerada como un ser viviente favorable al hombre, o la "utopía" de la maternidad unida a la virginidad.

Los continuadores ortodoxos de Augusto Comte han sido poco numerosos. La gran masa de los que se han llamado positivistas han adoptado la división tan torpemente establecida por Littré: no tener en cuenta más que el *Curso* e inclusive la primera parte del *Curso* (que, por otro lado, falseaban) y eliminar de este modo toda la parte constructiva y propiamente positiva del positivismo en favor de la parte negativa. Es así que se encuentran frecuentemente fórmulas apoyadas en esta proscripción de las "causas" y de las hipótesis de estructura en los sabios de fines del siglo XIX, inclusive a veces en figuras de primer orden, y generalmente mejor inspiradas, como, por ejemplo, Berthelot. Basta recordar con qué desdén y con qué hostilidad fueron acogidas en los comienzos las especulaciones sobre la estereoquímica y hasta qué punto la gran masa de sabios se burlaba hacia 1885 de los físicos que hablaban en sus cursos de una analogía entre el movimiento intramolecular y el del sistema solar. El libro de Hannequin, *L'Hypothèse des atomes* (1895), aunque muy sólido y muy ponderado en el detalle, se halla profundamente penetrado por este espíritu de irrealismo con respecto a todas las hipótesis de estructura.

Un poder influyente ha trabajado en el mismo sentido, aunque haya sido el resultado de una actitud intelectual bastante diferente, pero que tendía la mano al positivismo: es el de Duhem, cuyos notables estudios históricos he citado aquí frecuentemente. Alumno de la Escuela Normal Superior en 1882, en la que permaneció después de su tercer año como agregado repetidor, fué el centro de atracción de un grupo de jóvenes sabios en los que esas ideas encontraban un terreno propicio. Duhem dió curso a las mismas y las extendió a un público mayor mediante la publicación de una serie de artículos que aparecieron a partir de 1892, especialmente en la *Revue des questions scientifiques*, de Lovaina: "Algunas reflexiones sobre las teorías físicas"; — "La escuela inglesa y las teorías físicas"; — "Física y metafísica", etc., trabajos que se convirtieron en los primeros capítulos de la célebre obra: *La Théorie physique, son objet et sa structure* (1906).

Matemático por sus estudios y sus aficiones, Duhem rechaza toda hipótesis "explicativa", entendiendo que subordinan la física a la metafísica. Para él, "una teoría no es una explicación: es un sistema de proposiciones matemáticas deducidas de un reducido número de principios que tiene por finalidad la representación más sencilla, completa y exacta posible de un conjunto de leyes experimentales" (*Théorie physique*, 26). Estos principios deben ser en la medida de lo posible simples funciones matemáticas que impliquen como consecuencia ciertas relaciones entre magnitudes directamente mensurables en la experiencia. No tienen más valor que el de la economía del pensamiento y

el de la adaptación lógica, como había ya sostenido Mach [1] en su *Mecánica* (1883) y posteriormente en sus estudios sobre *El conocimiento y el error* (1905) [2]. En sus publicaciones se presenta claramente Duhem como newtoniano y anticartesiano; critica con bastante dureza a la escuela inglesa contemporánea, partidaria de las hipótesis de estructura (aunque, por otro lado, sin preocuparse mucho del realismo). Para Duhem esto es síntoma de espíritus amplios, pero débiles y apegados a lo concreto y a lo sensible. Opone a ellos los alemanes y los franceses de su propia escuela, espíritus estrechos, pero fuertes, capaces de satisfacerse con abstracciones y fórmulas geométricas, y de trabajar sin emplear imágenes. Hay, por lo demás, en esta discusión dos problemas mezclados, que se obscurecen recíprocamente, aunque hayan sido ya claramente distinguidos por Rankine en su memoria de 1855 [3]. Los ingleses criticados por Duhem defendían a la vez: 1º la fecundidad de los esquemas concretos y de las hipótesis de estructura; 2º el derecho de adoptarlas y abandonarlas libremente, sin preocuparse de saber si el mecanismo supuesto en determinada teoría concordaba con el que se había supuesto en otra. Duhem critica a la vez las dos tesis; contra el mecanismo,

1 Mach expresó primero esta idea en su conferencia sobre la índole económica de la ciencia física (*Die oekonomische Natur der physikalischen Forschung*), Acad. de Ciencias de Viena, 1882, recogida en sus *Populär-wissenschaftliche Vorlesungen.*

2 Pero Mach no deja de admitir por ello la utilidad de las hipótesis de estructura. (Véase *Conocimiento y error,* XIV: *La hipótesis.*)

3 Véase A. Rey, *La Théorie de la physique chez ley physiciens contemporains* (1907), p. 53. (A mi entender, Rankine es mucho menos partidario de lo que parece en dicha obra del "método abstractivo" contra el método hipotético.) Véase también la exposición y discusión contenida en dicho libro del problema del mecanismo, así como, del mismo autor, *L'Energétique et le mécanisme au point de vue des conditions de la connaissance* (1907).

se declara partidario de la simple "descripción" de los fenómenos sensibles sistematizados en algoritmos; contra el derecho a los esquemas variables, se declara implícitamente, como antes he señalado, a favor de la doctrina de la *vera causa* [1]. Hay, por otro lado, muchas otras cosas en la segunda parte del libro, algunas de ellas de un valor permanente. En este momento me refiero sólo a lo que podría llamarse su newtonianismo: el menosprecio sistemático del espíritu concreto y de las hipótesis de estructura.

El energetismo de Ostwald [2] se relaciona con el mismo espíritu, pero también en él habría que establecer una clara diferencia entre la tesis de la insuficiencia del mecanismo para la representación de todos los fenómenos de la naturaleza, el "método de abstracción" radical en tanto que se propone eliminar las consideraciones de estructura y de proceso (lo que no coincide exactamente con el antimecanismo: un método de explicación concreta podría integrar en su seno muchos otros elementos que los de la mecánica racional), y, finalmente, el energetismo propiamente dicho, es decir, la creencia en la energía-substancia, manifestada por su carácter de invariante único y universal.

Me parece que en las discusiones contemporáneas sobre este problema ha habido siempre una excesiva división en campos contrarios, que se oponían entre sí en bloque, en vez de disociar los diferentes artículos de los programas que originaban semejante división.

Para terminar, citaré un texto sorprendente y un poco más antiguo, sacado de una de las mejores publicaciones

1 Véase el capítulo precedente.

2 Ostwald, *Die Ueberwindung des wissenschaftlichen Materialismus* (1895), recogido en sus *Abhandlungen und Vorträge* (1904) y parcialmente traducido en la *Revue générale des sciences,* 1895. Discusión por Cornu y Brillouin, con una respuesta de Ostwald. *Die Energie,* 1908, trad. francesa por Filippi, Alcan, 1910.

de uno de los más eminentes físicos contemporáneos, Paul Janet. En él se advierte claramente el papel desempeñado en estas concepciones modernas por la tradición y el ideal newtonianos. Casi al salir de la Escuela Normal Superior, donde había sido camarada de Duhem y donde había elaborado con él las ideas de que hemos hablado (en estas largas conversaciones de la Escuela que constituían uno de sus mayores encantos y una de sus mayores ventajas), Paul Janet fué nombrado a fines de 1886 profesor de la Facultad de Ciencias de Grenoble. Como tema de su lección inaugural eligió *La física matemática y la física experimental.* El problema desarrollado es precisamente el famoso pasaje de Newton sobre las hipótesis, que hubiera podido servir de epígrafe a todo el estudio que acabamos de hacer y cuya doctrina confirmaba por el ejemplo de Fourier, de Carnot y de Ampère. "¿Por qué, pues, todavía hoy —decía— tantos espíritus distinguidos muestran afección hacia esas hipótesis inútiles e inciertas (las hipótesis de estructura o de proceso) que no hacen más que obstaculizar la ciencia? Ello es debido a que una tendencia natural, acaso una debilidad del espíritu humano les empuja a representarse lo desconocido bajo la forma de lo conocido. El espíritu humano experimenta gran dificultad para suprimir la imaginación de su inteligencia, y quiere encontrar en todas partes esas dos formas bajo las cuales tiene la costumbre de ver los objetos del mundo circundante: extensión y movimiento. Es la idea que le guía instintivamente; quiere reducirlo todo a ello, olvidando que, como su inteligencia es imperfecta, la constitución interna de la materia tiene muchas probabilidades de ser fatalmente, cualesquiera que sean sus esfuerzos, ininteligible para él. No quiere decir esto que el filósofo e inclusive el sabio tengan que abandonar estas concepciones y estas especulaciones... Pero el que se entregue a ellas no debe olvidar que, al hacerlo, abandona la física para entrar en

lo que viene tras la física, para hacer, en el sentido propio de la palabra, metafísica... Si todos los caminos son buenos para alcanzar la verdad, el sabio que siga aquel camino no debe olvidar que el verdadero criterio de los resultados obtenidos no es el mayor o menor grado de probabilidad de la hipótesis primitiva, sino la posibilidad de poder desprenderse de esta hipótesis en un momento dado como si fuera un inútil andamiaje. Si una vez quitado el andamio, el monumento permanece en pie, está bien construído; de lo contrario, nada valen ni los materiales ni los útiles empleados [1].

"Si el ejemplo de los grandes maestros del pensamiento humano, concluye, tiene algún valor en las normas que hay que dar para la educación del espíritu científico, acaso pocas líneas [2] nos hagan adoptar la costumbre de eliminar, inclusive como medio de investigación, las hipótesis *a priori,* pues es siempre difícil suprimir de la ciencia una idea durante largo tiempo admitida y cuya necesidad hemos reconocido cuando esta idea era una hipótesis metafísica. Adoptaremos, pues, la fórmula de Auguste Comte: toda hipótesis científica, con el fin de poder ser realmente juzgada, debe referirse exclusivamente a las leyes de los fenómenos, pero no a su modo de producción" [3].

No es de mi incumbencia decir hasta qué punto mantendría o revisaría hoy Paul Janet las ideas que expresaba

1 Se reconoce ahí, muy vigorosamente definida, lo que Poincaré llamó luego "la hipótesis indiferente". Véase *La Ciencia y la hipótesis,* cap. IX. Pero para Poincaré, esto no es "hipótesis propiamente dicha".

2 Se trata del pasaje de la carta de Newton a Boyle (28 de febrero de 1678), donde decía, a propósito de las hipótesis sobre el éter: "Tengo tan poca inclinación a las cosas de esta naturaleza, que si no hubiera sido por vuestro estímulo creo que jamás hubiera cogido la pluma y el papel para decidirme a tratarlas".

3 Publicado por la *Revue scientifique,* enero de 1887, págs. 33-38.

hace treinta y cinco años. Pero difícilmente se encontrará un texto más vigoroso que esta lección inaugural de 1886 para representar la doctrina, todavía hoy muy viva, de la inducción experimental que aquí he intentado analizar y que dominaba en dicha época sobre la joven generación de físicos franceses de quienes era yo contemporáneo [1].

Nos falta examinar la corriente inversa, la que puede llamarse "tradición de la hipótesis" y las razones que se han aducido a su favor.

[1] Es interesante agregar a las indicaciones dadas en este capítulo los textos recopilados por Pierre Brunet en una obra muy documentada que tiene por título: *Las physiciens hollandais et la méthode expérimentale en France au* XVIII *siècle*. (1 vol. en 8° de 153 páginas. París, Blanchard, 1926.)

CAPITULO VIII

La tradición de la hipótesis, de Huyghens a Whewell

El prefacio al Tratado de la Luz. - *Leibniz. - Charles Bonnet. - Lesage y sus contemporáneos: el método de exclusión. - J. F. W. Herschel. - Whewell: la coligación y la génesis de los hechos; función del "guessing"; cómo se prueban las ideas. - Por qué ha sido poco atendida durante mucho tiempo la concepción de Whewell.*

A pesar del éxito del newtonianismo e inclusive del ultranewtonianismo en la metodología moderna, la tradición de libertad creadora que se manifestaba en la hipótesis ha tenido siempre defensores entre los sabios de primera fila. Como hemos visto, no sólo Hooke —en la misma época de Newton— era partidario decidido de ella, sino que Huyghens escribía entonces su célebre *Tratado de la luz* donde se halla expuesta la teoría de las ondulaciones y cuyo prefacio, fechado el 8 de enero de 1690, tiene un acento muy distinto de las *Regulae philosophandi*. "Se verán en este tratado, dice, ese tipo de demostraciones que no producen una certidumbre tan grande como las de la geometría y que inclusive son muy diferentes de ellas, pues en vez de probar, como los geómetras, las proposiciones mediante principios ciertos e irrefutables, los principios *se comprueban*

aquí por las conclusiones [1] deducidas de ellos. . . Sin embargo, es posible llegar a veces a un grado de verosimilitud que frecuentemente en nada cede a una completa evidencia, especialmente cuando las cosas que se han demostrado por estos supuestos principios se refieren perfectamente a los fenómenos que ha hecho notar la experiencia, sobre todo cuando los hay en gran número, así como principalmente cuando se forman y prevén nuevos fenómenos que deben seguir a las hipótesis empleadas y en los cuales el efecto responde a lo que esperábamos. Pues si todas las pruebas de la verosimilitud vuelven a encontrarse en lo que me propongo tratar —como creo que sucede—, ello debe significar una gran confirmación del éxito de mis investigaciones, toda vez que difícilmente ocurre que las cosas no sean aproximadamente como me las represento. Quiero creer, pues, que quienes gusten de *conocer las causas* y quienes sepan admirar la maravilla de la luz encontrarán alguna satisfacción en esas diversas especulaciones que a ella se refieren y en la nueva *explicación* de su insigne propiedad que constituye el principal fundamento de la construcción de nuestros ojos, etc. . . ." ¡Qué diferencia entre estos párrafos y el programa newtoniano! El realismo científico es sin duda igual en ambos lados, pero no se trata ya de una "deducción" irrebatible; se trata sólo de verosimilitud y de conclusión que pasa de los hechos a la idea. Modestia mucho mayor advertimos en las pretensiones referentes a la certidumbre. En cambio, hay mayores ambiciones en lo que respecta a la materia dilucidada: determinación de las *causas*, *explicación* de los fenómenos, descubrimiento de la "naturaleza" de la luz, como dice más adelante. Difícilmente se encontrará un texto más notable

[1] Subrayado por nosotros. Véase el texto completo en la pág. 10 de la nueva edición del *Tratado de la luz*, a cargo de Solovine en la Colección "Los maestros del pensamiento científico", Gauthier-Villars, 1920.

por su fecha, sus anticipaciones, los criterios prácticos indicados para la comprobación, la amplitud de espíritu filosófico que supone [1].

Parece, no obstante, que estas páginas produjeron poco efecto en el período subsiguiente. En 1727, un pensador original, el Reverendo Stephen Hales, F. R. S., correspondiente de la Academia de Ciencias, expresa ideas análogas en su *Vegetable Statics*. En 1738, Daniel Bernouilli propone su teoría cinética de los gases, que tiene el doble carácter de hipótesis libremente concebida, al modo de Huyghens, y de concepción sobre la estructura íntima de los cuerpos. "Representémonos, dice, un recipiente cilíndrico vertical, y en este recipiente un pistón sobre el cual se haya colocado un peso P. Admitamos que la cavidad contiene corpúsculos extremadamente pequeños que se desplazan en todas las direcciones con movimientos extremadamente rápidos. Estos corpúsculos que golpean el pistón y lo mantienen levantado por sus continuos choques componen un flúido elástico que se afloja tan pronto como se suprime o disminuye el peso P, que se condensa si se aumenta y que ejerce una carga sobre el fondo del recipiente como si no tuviera ninguna elasticidad. Pues tanto si estos corpúsculos están inmóviles como si se hallan en movimiento, su gravedad sigue siendo la misma, de tal forma que el fondo recibe a la vez el peso del flúido y su presión elástica. Substitui-

[1] Relacionamos dichas páginas con el siguiente pasaje de Leibniz, casi contemporáneo (1696), en el cual contesta a Foucher, que reprochaba a su "hipótesis de filosofía" de convencionalismo y artificialidad: "Todas las hipótesis se han construído a propósito y todos los sistemas se erigen después de comprobados los hechos para salvar las apariencias. . . Basta comúnmente que una hipótesis se pruebe *a posteriori* para que satisfaga a los fenómenos. Pero cuando se tienen otras razones y estas son *a priori*, tanto mejor". (*Ed.* Janet, I, 651). Véase igualmente sobre la hipótesis en Leibniz lo que dice Couturat en *La Logique de Leibniz*, 267-271. Hemos citado ya un pasaje en el cap. V.

remos el aire . . . por un flúido así constituído" [1]. Agregaba que el calor consistía en el movimiento de agitación de esos corpúsculos y que la cantidad de calor y de elasticidad eran proporcionales.

Parece que durante el siglo XVIII ha habido en Ginebra un círculo científico en el que se ha conservado la tradición de la hipótesis. Charles Bonnet emplea frecuentemente esta palabra, y pone en práctica el mismo procedimiento con una libertad aun excesiva, pues a veces parece preocuparle más concebir conjeturas verosímiles que buscar sus pruebas metódicas [2]. Hacia 1750, el físico Lesage, de origen francés, corresponsal de la Academia de Ciencias, que profesaba en Ginebra, escribió para la *Enciclopedia* un artículo titulado "Hipótesis" que no fué terminado [3]. Las notas destinadas a este artículo han sido publicadas sólo en 1813 por Prévost (de Ginebra). Solamente la primera parte se completa; el resto es fragmentario. Se dirige claramente contra Newton que, a su entender, se extravió por una reacción natural, aunque excesiva, contra los abusos de Descartes. Opone al método newtoniano, que llama "método de analogía" (concluir de la Tierra a la Luna, de la Luna a los

[1] *Hydrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum commentarii,* p. 200. El mismo texto es citado (lo que es bastante característico) por Jamin y Bouty, *Cours de Physique de l'Ecole polytechnique*, tomo II, fasc. II, p. 15. Pero agregan que esta teoría de Bernouilli estaba ya olvidada cuando fué adoptada nuevamente por Herapath, Joule y König (hacia 1850).

[2] Véase la introducción a su *Essai de Psychologie* y la de su *Essai analytique sur les Facultés de l'âme*, not. 2. "Formaré hipótesis y haré de modo que se basen en hechos y que sean sus *consecuencias naturales*". No comprendía, pues, claramente la esencia del método. Véase su *Palingénésie philosophie*, 1ª. parte, cap. I; partes VII y VIII.

[3] Hay, en realidad, un artículo "Hipótesis" en la *Enciclopedia, Suplementos* tomo VIII, pero, según el índice de autores, es debido a otro físico llamado Engel. Se trata de un artículo muy ponderado que intenta justificar de un modo razonable y sin ningún exceso el empleo de las hipótesis.

satélites de Júpiter, de la Tierra al Sol, etc.) lo que llama "método de hipótesis" en el cual ve el buen camino y al que concede, como casi todos los que lo han sostenido, el derecho de construir hipótesis de estructura, especialmente en lo que se refiere a las causas de la gravitación [1]. Para juzgar las hipótesis, Lesage indica que el método esencial es el *método de exclusión,* que hace derivar de las *exclusiones et rejectiones debitae,* de Bacon, y de su *Tabula absentiae in proximo.* Cita también —siempre contra Newton—[2] una memoria del matemático Frénicle, especialista en la teoría de los números, que ha señalado la importancia de las hipótesis en las matemáticas, así como un tratado del lógico Watt, *Improvement of Mind* (1743). Esta idea es moderna e importante: el método de eliminación es, después de la inducción simple (como he intentado demostrar en otro lugar), el procedimiento más general de discusión de las hipótesis. Parece puramente negativa y, por lo tanto, poco instructiva. Pero se trata de una ilusión, pues casi siempre ocurre que las circunstancias limitan el *campo* de las hipótesis, ya sea *lógicamente,* por afirmación o negación (por ejemplo, en la discusión Pasteur-Pouchet: ¿vienen o no los gérmenes del exterior?), ya sea *físicamente* (los gases de un fogón descargan los cuerpos electrizados: ¿es porque están calientes o porque están ionizados?), ya sea, finalmente, por el *estado de la ciencia* (solamente tres grandes suposiciones se han hecho a comienzos del siglo XIX sobre el mecanismo

[1] *Lucrecio newtoniano* (Memorias de la Academia de Ciencias de Berlín, 1782).

[2] Véase la carta de Newton a Oldenburg citada por Dugald-Stewart, *Elementos de la filosofía del espíritu humano*, tomo II, nota V. Esta obra, que hemos utilizado ampliamente en esta lección y a la cual volveremos a referirnos más adelante, ha sido demasiado olvidada en nuestros días. Tanto desde el punto de vista de la documentación que contiene como en lo que toca a las teorías personales de Dugald-Stewart, es extremadamente interesante.

de la luz: presión, emisión y ondulación o movimiento periódico). Precisaba, pues, elegir entre las tres. Cuando se es elector y se presentan varios candidatos, puede uno abstenerse de votar (o, lo que es igual, puede votarse por un hombre de valor que no figura en ninguna lista), pero entonces se sabe que ello equivale a renunciar a ejercer una acción sobre la política. Lo mismo ocurre en la ciencia: hay que hacer la elección dentro del campo de las hipótesis que existen realmente, con el sentimiento de la imperfección que implican, con el fin de despejar el camino. Finalmente, ocurre que obtiene la primacía una sola hipótesis. En este caso adquiere gran rango en la ciencia, con más o menos imprudencia, pero no sin utilidad, a pesar de todas las dificultades que promueve y que permitirán su ulterior reforma. Como testimonio de ello citamos la hipótesis de Kant y de Laplace hasta la aparición reciente de las hipótesis dualistas (choque de dos soles extinguidos, según Arrhenius; choque de un torbellino y de una nebulosa, según Emile Belot, etc.). No sin escandalizar a muchos lectores ha escrito Yves Delage en su gran obra sobre *La Herencia* que si los biólogos creían en la evolución sin pruebas experimentales y a pesar de sus dificultades, ello obedecía sobre todo a que no disponían de ninguna idea racional para poner en su lugar.

Las memorias de Lesage contienen también una teoría interesante y discutible sobre el *principio* de la inducción, que el autor reduce a la unicidad del efecto de una causa (es decir, de los efectos de un sistema de causas dadas) y a la unicidad de la causa de un efecto (es decir, del sistema de causas que produce un conjunto de efectos dados). El primer punto es generalmente admitido, por lo menos en lo que se refiere a la física. Pero el segundo está muy lejos de ser admisible, y yo me inclino a creer que es francamente falso. Por el momento sólo me refiero a ello para recordarlo. Pues este problema no concierne a la disciplina de la

inducción, que constituye el tema de nuestro trabajo, sino el principio del razonamiento inductivo, sobre el cual volveremos más adelante.

Por lo demás, la publicación de estos fragmentos de Lesage ha sido tardía, y parece que en el siglo XVIII esta corriente de ideas ha sido más o menos subterránea. No obstante, pueden citarse todavía algunos nombres: Hartley, *Observations on man*, 1749 (cosa natural por parte del fundador de la hipótesis asociacionista); — Boscowich, en su *Theoria philosophiae naturalis, redacta ad unicam legem virium in natura existentium* (1759), así como en sus notas filosóficas sobre el poema de Stay y sobre su propio poema de los eclipses (a condición de estar dispuestos a abandonarlas tan pronto como se observan hechos contrarios a las consecuencias que implican, representan una condición del progreso científico); —John Gregory, médico, nieto del físico que inventó el telescopio del mismo nombre (Dugald Stewart cita un pasaje muy característico de sus *Lecciones sobre los deberes y la función del médico*, 1771); — y, finalmente, Adam Smith, aunque en fecha bastante posterior, se declara en favor de este método [1].

Uno de los hombres que más merecen ser citados en este respecto es Dugald-Stewart, hoy muy olvidado sin razón. Sus *Elements of the philosophy of the human mind* han aparecido en tres volúmenes sucesivos (1792, 1813, 1827). Han sido traducidos al francés por Prévost (de Ginebra), de quien he hablado antes, y posteriormente por Peisse. El segundo volumen —que aquí nos interesa particularmente— resume los cursos dados durante los diez años precedentes en Edimburgo, donde había sido profesor de matemáticas, como su padre, y luego de filosofía. Su teoría de las ciencias es interesante y muy moderna,

[1] *Essays on philosophical subjects*, 1795: *The principles of philosophical inquiry*. Véase lo que luego se dice a propósito de Dugald-Stawart.

sobre todo acaso en lo que toca a las matemáticas. Pero aunque era discípulo de Reid, que era gran enemigo de las hipótesis, y aunque, como él, estaba muy apegado a la idea de que la inducción es esencialmente causal, ha comprendido claramente, inclusive en la cuestión de las ciencias de la naturaleza, el papel científico que desempeñan las suposiciones de lo que no se ve, y ha llegado a recopilar en favor de esta concepción toda una serie de *testimonials* procedentes de sabios o de filósofos. En lo que precede me he servido en gran parte de esta lista. Dugald-Stewart recuerda que el sistema de Copérnico no ha sido más que una hipótesis, comprobada por un éxito indefinido; que la ley de gravitación era para Newton, a pesar de lo que su autor pudiera decir, una hipótesis, desmentida primeramente en apariencia por los hechos y confirmada tardíamente por la medida del meridiano de Picard. Hace observar también, a propósito de Copérnico, que disponía en favor de su sistema, no sólo de los hechos que se adaptaban a él, sino de la ventaja de explicarlos del modo más sencillo. Analiza esta idea de *simplicidad*, la compara con las observaciones de Bailly sobre el mismo punto y ve en ella "una hipótesis conforme a la analogía universal de la naturaleza" [1].

En el fondo, esta idea de simplicidad es más *a priori* de lo que él mismo cree. La tendencia a la identidad constituye el fondo de nuestra razón y, por consiguiente, la simplicidad tiene su valor directo en tanto que es una asimilación de las cosas entre sí y en tanto que facilita la asimilación de las cosas al espíritu. Pero sin ir tan lejos, aclara que hay en ello uno de esos temas capitales que Mach llamará luego los *leit-motifs* de la investigación científica. Ha puesto de manifiesto otros y ha visto que la ciencia progresaba más por el error que por una excesiva

[1] 2ª parte, cap. v, sección 4. Trad. Peisse, II, 284.

prudencia: "La utilidad de las hipótesis, escribe, no se pone sólo de manifiesto en los casos en que son confirmadas por investigaciones ulteriores; puede ser también muy grande inclusive cuando las teorías no han respondido en ningún punto a las esperanzas de sus inventores. Nada más verdadero, a mi entender, que la observación de Hartley, según el cual una hipótesis bastante plausible para explicar un gran número de hechos nos ayuda a disponer esos hechos en un orden conveniente, a descubrir otros hechos nuevos y a hacer *experimenta crucis* para la utilidad de los futuros observadores" (*Observations on man*, I, 1). "Es muy probable, en efecto, que la mayor parte de descubrimientos hayan sido hechos de este modo, pues aunque el conocimiento de los hechos debe preceder a la formación de una teoría legítima, una teoría hipotética es, en general, el mejor guía de que podemos disponer para conducirnos al conocimiento de hechos bien ligados entre sí y aprovechables" [1]. Reanudando una analogía tradicional (Bacon, Leibniz, Hartley, Boscowich, que será luego repetida por Cournot), Dugald-Stewart asimila el descubrimiento de las leyes naturales al desciframiento de un criptograma. Reid, por el contrario, como buen newtoniano, impugnaba la legitimidad de semejante comparación. Dugald-Stewart ha contestado largamente a esta crítica, que parece hoy completamente superficial.

A medida que transcurre el siglo XIX va adquiriendo mayor vigor la corriente de ideas favorable a la hipótesis. En 1830 apareció una obra, importante en muchos respectos, que Whewell llamaba "un admirable comentario al *Novum Organum*": *A preliminary Discourse on the study of natural philosophy*, de John Frederick William Herschel, hijo del gran astrónomo que descubrió el planeta Urano y también astrónomo, físico y químico. Hers-

[1] 2ª parte, cap. v, sección 4. Trad. Peisse, II, 285.

chel fué el primero que aplicó la fotografía a la astronomía. Recibió del Almirantazgo el encargo de redactar un *Manual of scientific inquiry*. Su *Discourso* merece ser leído [1], no sólo por sus ideas sobre la marcha de la ciencia, sino también porque contiene de una manera menos esquemática y más concreta los célebres métodos de J. St. Mill (que, por otro lado, lo cita frecuentemente en su *Lógica*). Entre Herschel y J. St. Mill hay la misma diferencia que existe entre el técnico y el filósofo. Herschel da consejos para la investigación y no una teoría del razonamiento. Por ejemplo, el método "de los residuos" es para él sobre todo la provechosa costumbre de examinar los restos de las reacciones químicas del laboratorio o de la industria. Cita y recomienda, utilizando casi los mismos argumentos, el ejemplo de Glauber, que examinaba con cuidado lo que desechaban los demás, y el de Arfwidson, que descubrió el litio al comprobar en un sulfato que analizaba un exceso de peso que no permitía considerarlo solamente como formado a base de potasa o de sodio. Volveremos sobre este punto. Lo que debemos ahora poner de manifiesto es la gran liberalidad de Herschel en materia de hipótesis. Si una concepción resiste la prueba de la experiencia, si es confirmada por hechos de diversa naturaleza, poco importa el modo como haya sido originariamente inventada. Por extraños e inclusive por inadmisibles que parezcan en el primer momento los datos por ella postulados, si conduce mediante razonamientos correctos a verdades observables, hay que aceptarla, por lo menos provisionalmente, pues en este caso contiene ciertamente elementos científicos que no deben desperdiciarse (§ 202). "Una hipótesis bien concebida, si está fundada en resúmenes facilitados por consideraciones generales, no puede dejar de

[1] Existe una traducción francesa de 1834, firmada con la letra B. Desgraciadamente, es muy imperfecta, como ocurre, hay que confesarlo, con muchas de nuestras traducciones del inglés.

ponernos en disposición de ampliar nuestras generalizaciones por lo menos en un grado, de agrupar varias leyes en una expresión más universal... Puede ocurrir (y es lo que efectivamente ha tenido lugar en el caso de la teoría ondulatoria de la luz) que la analogía, que las probabilidades que la establezcan sean tales que no pueda dejar de admitirse, o bien que enuncie lo que ocurre verdaderamente en la naturaleza, o que lo que en ella ocurre, sea lo que fuere, se aproxima mucho a lo supuesto... El científico se ve de este modo inducido a intentar experiencias curiosas, a imaginar útiles expedientes en los que ni siquiera habría pensado sin la intervención de dicha circunstancia" (§ 208). En directa oposición con lo que Comte iba a escribir algunos años después —y que, como hemos visto, era la consigna común de los adversarios de la hipótesis—, Herschel afirma que la adquisición de conocimientos físicos consiste en gran parte en el descubrimiento de los procedimientos secretos que emplea la naturaleza para producir los fenómenos, procedimientos que escapan a nuestra observación por su grandeza o por su pequeñez, en el conocimiento "de la estructura efectiva o del mecanismo del universo o de sus partes, de los elementos con los cuales o por los cuales tienen lugar los procesos, de los agentes que contribuyen a su producción" (§ 202).

Herschel da la explicación de este enlace, sobre el cual hemos insistido frecuentemente, entre la inclinación hacia el empleo del método hipotético y la inclinación hacia la investigación de las estructuras o el proceso. En primer lugar, las investigaciones de esta clase implican la libertad de la hipótesis, pues estas estructuras o estos movimientos se encuentran casi siempre en una esfera situada fuera del alcance de la sensación (por ejemplo, las vibraciones rápidas que corresponden a un sonido medio o agudo). Solamente pueden estudiarse, pues, mediante tres métodos: cuando se trata de un fenómeno susceptible de observa-

ción, se formula la ley para la región conocida y se extiende por extrapolación a las acciones corpusculares. Tal es el caso, ya citado, de los sonidos, o el de las leyes de Coulomb sobre las atracciones y repulsiones eléctricas. Se trata de una *inducción* en el sentido propio de la palabra, pero de una inducción hipotética por su carácter de extrapolación. Cuando ello no es posible, como ocurre casi siempre, el remedio consiste en "formar una hipótesis osada, en ensayar una fórmula precisa de la ley y comprobarla en todas sus consecuencias". Finalmente, agrega Herschel, se pueden combinar ambos métodos dando a las leyes una expresión tan general que contenga la posibilidad de un número indefinido de leyes particulares, y determinando inmediatamente los parámetros con el fin de encontrar todas las leyes particulares ya conocidas (§ 210). Por otra parte, si se admite la libertad de la hipótesis, el espíritu tenderá, por su propia naturaleza, a las leyes más generales. Pero las leyes más generales son también las más elementales (teoría cinética de los gases, teoría mecánica de la luz): "las hipótesis son a las teorías lo que las causas íntimas supuestas son a las inducciones más especiales" (§ 208). Por lo tanto, cuando se posee el espíritu dispuesto a la hipótesis, se tiene también la tendencia a investigar las estructuras. Y recíprocamente. Sin que exista una absoluta necesidad lógica en esta relación, hay una afinidad natural entre los dos modos de pensar. Naturalmente, precisa disponer de tacto y de prudencia en la admisión de los agentes. Hay que inclinarse hacia las *veræ causæ*. No hay que olvidar que las hipótesis son andamios y no edificios. No obstante, las hipótesis son de una utilidad considerable. Y la facilidad para crearlas, siempre que ello no represente una sumisión excesiva, siempre que se pueda rechazarlas cuando es necesario y el espíritu no tienda a negar los hechos para salvar las teorías, "es una de las más preciosas cualidades que pueda poseer un filósofo" (§ 216).

Pero el más notable representante de la escuela que nos atrevemos a llamar "hipotetista" en la primera mitad del siglo XIX es indudablemente William Whewell. Ni su personalidad ni sus obras son conocidas como debieran entre nosotros [1]. Sus dos grandes obras de epistemología son: 1º *The history of inductive sciences,* dedicada a J. F. W. Herschel (2 vols., en 8º, 1837), reeditada en 1846 y en 1857, en 3 vols. 12º, con notas extensas en forma de apéndices. El plan implica una historia general de las ciencias desde Newton. A partir de Newton, examina por separado el progreso de cada ciencia: acústica, óptica, "termótica", etc.; 2º *The philosophy of the inductive sciences founded upon their history* (2 vols., en 8º, 1840), que se presenta como la filosofía de la historia reseñada en la obra precedente. Whewell se proponía con ello "intentar aplicar los propósitos del *Novum Organum* al estado actual de las ciencias". Comienza con cien páginas de aforismos, de carácter efectivamente muy baconiano, concernientes en primer lugar a las ideas (es decir, a los conceptos *a priori*: Whewell es decidido racionalista, en el sentido del trascendentalismo derivado de Kant) y luego a la cien-

[1] Whewell nació en 1794. Hijo de un artesano, obtuvo por concurso en 1812 una bolsa de estudios en Trinity College, Cambridge, donde tuvo por condiscípulo y amigo a J. F. W. Herschel. En Cambridge hizo toda su carrera e inclusive residió allí casi continuamente. Fué *fellow* en 1817, luego profesor y, finalmente, vicecanciller (es decir, jefe de la Universidad, pues el título de canciller era honorífico, como ocurría en Francia hace todavía pocos años, donde el ministro de Instrucción Pública era considerado como rector de la Universidad de París). Había recibido las órdenes anglicanas en 1825. Profesó primero matemáticas y mecánica, y luego mineralogía. Sucedió a Lyell en 1837 como presidente de la Sociedad de Geología. Ocupó también durante algún tiempo la cátedra de filosofía moral. Personalmente era un hombre muy activo, de gran vigor físico e intelectual. Practicaba intensamente los ejercicios corporales, hasta el punto de que algunos amigos suyos lamentaban que no se hubiera dedicado al deporte en vez de a la enseñanza. Poseía una gran ca-

cia y a la terminología científica. La obra propiamente dicha trata en su primera parte "de las ideas" y en la segunda "del conocimiento". La tercera edición ha sido muy modificada, aumentada e inclusive publicada con nuevos títulos: *Novum Organum renovatum* (1 vol. en 12º, 1858); *History of scientific Ideas* (2 vols., en 12º, 1858); *On the philosophy of discovery including the completion of the third edition of the Philosophy of the inductive sciences* (1 vol. en 12º, 1860, correspondiente al libro XII de la obra primitiva, muy aumentado, entre otras cosas con un artículo sobre la "Lógica" de J. St. Mill que había sido ya publicado separadamente en 1849).

Su obra contiene una gran cantidad de detalles interesantes para la historia del método experimental o sugestivos desde el punto de vista práctico. En ella se encuentra, por ejemplo, la indicación de las reglas fundamentales para el empleo de los procedimientos matemáticos en las ciencias experimentales: método de las curvas, método de los términos medios, método de los cuadrados menores, método

pacidad de trabajo, de adquisición y de elaboración, capacidad ya notable desde su infancia. Su carácter era un poco rudo, pero se fué templando con la edad. Indulgente con los jóvenes, escuchaba siempre sus ideas, inclusive mediocres, y jamás los desanimaba. Se casó dos veces; por su segundo matrimonio se convirtió en cuñado de R. L. Ellis, el principal autor de la gran edición de Bacon. Falleció en 1866, a los 72 años de edad, víctima de una caída de caballo.

Además de las obras de filosofía de las ciencias de que hablamos en el texto, ha dejado numerosas publicaciones: manuales de matemáticas y de mecánica, investigaciones sobre las mareas, obras de historia y de filosofía moral, estudios sobre la enseñanza. Escribió en los *Bridgewater treatises* la parte que se refería a astronomía, y una obra contra la pluralidad de los mundos habitados. Acaso la dificultad de pronunciación de su nombre para los franceses ha desempeñado algún papel en el olvido en que se ha tenido por nosotros. Pero hay razones menos accidentales que han influído también en Inglaterra. Indicamos algunas al final de este capítulo.

"de los residuos" (estos últimos se hallan vinculados para él al método de las curvas; el método de los cuadrados menores está destinado a la rectificación de las curvas según los datos experimentales). Facilita igualmente indicaciones sobre las ideas directrices de las hipótesis, sobre el papel desempeñado por la continuidad, por la noción de serie, etc. Es imposible enumerar todo el contenido. Insistiré solamente en tres puntos: su idea de la coligación; su teoría de las hipótesis y su teoría de la comprobación.

La palabra *coligación* se ha tomado con frecuencia como sinónima de inducción completa [1]. Este uso procede de J. St. Mill que se inspiró en Whewell y discutió ampliamente sus ideas (*System of Logic*, libro III, caps. I y II). J. St. Mill no reduce la coligación a la inducción completa, pero engloba en ella esta inducción y la inducción amplificadora, para la cual reserva en muchas ocasiones el simple nombre de inducción. "Colligation is not always induction, but induction is always colligation" (III, II, § 4). De donde expresiones como las que se encuentran al comienzo de este mismo párrafo, en donde opone los principios de la inducción a los de la "mere colligation" (ejemplo del navegante y de la isla), y la afirmación de que la coligación "is not induction but something *radically different*" (fin del § 5: se sabe que J. St. Mill no es siempre muy escrupuloso sobre la concordancia verbal de sus propias expresiones). Por otro lado, declara en el mismo capítulo que acepta, inclusive en este sentido, la palabra *coligación* sólo para no introducir embrollos en las palabras. En realidad, preferiría *descripción* (*description*, que en el lenguaje corriente inglés no tiene el mismo sentido que la "descripción" francesa o española: significa más bien tipo, especie, definición).

Whewell define propiamente la *coligación* como "la

[1] Véase capítulo I.

operación con la cual reunimos los hechos bajo una idea". Como puede advertirse, esta noción se vincula directamente a la *Interpretatio naturæ* de Bacon. "El hombre —dice el primero de sus aforismos— es el intérprete de la naturaleza; la ciencia constituye su interpretación justa", *the right interpretation,* no la copia. Whewell es un idealista de espíritu kantiano, como Hamilton y Brown. Para Whewell, lo objetivo se construye y todas las ideas que sirven para su construcción dependen de algunas categorías: espacio, tiempo, causa, semejanza, etc. En la segunda fase de su filosofía es más metafísico; en su *Filosofía* de 1840 se atiene a la construcción epistemológica (en el sentido, francés de esta palabra, no en el sentido inglés) [1]. "Las sensaciones e ideas en nuestro conocimiento son como la materia y la forma en los cuerpos. La materia no puede existir sin forma ni la forma sin materia. Sin embargo, ambas son radicalmente distintas y opuestas y no pueden separarse ni confundirse. Lo mismo ocurre con las sensaciones y las ideas: las ideas no son sensaciones *transformadas*" (como pretendían Condillac o Hartley), "sino sensaciones *informadas*; pues sin las ideas las sensaciones carecen de forma. Los términos generales, como *círculo, órbita, rosa,* designan concepciones ideales que no son imágenes de cosas reales, como han creído los realistas, sino concepciones verdaderas. Y estas concepciones no deben su unidad a una simple palabra, como lo han creído los nominalistas, sino a una idea" (*Aphorisms concerning Ideas,* VI, VII, IX). Dicho de otro modo: no hay percepción que no sea ya un pensamiento. Es la idea que, al incorporarse a las sensaciones, nos permite construir, por lo pronto, el munto del sentido común, ya enteramente

[1] Los ingleses llaman, por lo general, epistemologia *(epistemology)* tanto a la teoría de la ciencia como a la teoría del conocimiento, para lo cual se reserva en francés —y en español— el nombre de gnoseología. (Nota del T.)

penetrado de intelectualidad, y que, en un peldaño superior, nos permite construir el mundo de la ciencia, que representa una nueva etapa característica de los productos de nuestra inteligencia.

Examinemos nuevamente el aforismo II y los siguientes: "Los sentidos ponen bajo nuestros ojos los caracteres del libro de la naturaleza, pero estos caracteres no tienen ninguna significación para nosotros en tanto que no hayamos descubierto el alfabeto que nos permita leerlos. Este alfabeto consiste en las ideas que existen dentro de nuestro espíritu; son ellas las que otorgan a los fenómenos la coherencia y el valor (*significance*), el cual no es un objeto de los sentidos". Fácilmente se advierte la doble raíz de esta idea: por una parte, Bacon y Leibniz, el alfabeto de los pensamientos humanos; por otra, la idea que resume la conocida frase de Kant, en donde habla de la necesidad que tiene nuestro entendimiento de deletrear los fenómenos, dándoles una unidad sintética con el fin de poder leerlos como experiencia ("Erscheinungen nach synthetischer Einheit *buchstabieren,* um sie als Erfahrung lesen zu können"). *Crítica de la razón pura,* Dialéctica, A. 314; B, 371 [1].

Esta operación es propiamente la que Whewell entiende con el nombre de *coligación.* El espíritu facilita lo general, pero vacío (por ejemplo, la semejanza sin nada que se asemeje). Pero el Alfabeto, excepto el espacio, el tiempo y el número, que para él es un resultado directo del tiempo, no se halla previamente constituído. Nosotros lo construímos a medida que se desarrolla el conocimiento y tomando como modelo las relaciones matemáticas: la *causa* y la *semejanza,* aunque expresan una necesidad del espíritu, no son absolutamente independientes de su materia.

[1] Pero no debe olvidarse que Kant reduce el sentido de *idea* a las "ideas" de la razón pura, objeto de la dialéctica trascendental, en tanto que Whewell da a la *idea* el sentido de Locke y de Leibniz.

Fácilmente se advierte el alcance de tal idea: aunque esta noción de semejanza es, en el fondo, bajo la forma límite de la identidad, la más fundamental de las categorías; aunque pueden hacerse reservas sobre esa pureza lógica que el profesor de Cambridge concede a las categorías matemáticas, nos hallamos con ello en el camino que conduce a una teoría de la "razón constituída", de una razón a la vez superior a la experiencia y que se adapta a la experiencia, concepción sintética que, a mi modo de ver, está destinada a imponerse cada vez más a la epistemología.

Whewell simboliza el progreso del pensamiento en forma de este esquema general:

$$\frac{\textit{Hechos} \ldots \textit{Hechos} \ldots \textit{Hechos}}{\textit{Idea}}$$

en donde la llave que une los hechos representa precisamente el acto de coligación o de inducción. Por ejemplo, el árbol que veo en este momento, el que he visto esta mañana, el que ayer vi, se hallan reunidos en una idea y por una idea, que es la de *tal árbol*. Con este árbol, y otro y un tercero "construyo" el roble. El roble, el álamo, el abeto, etc., se hallan envueltos por la noción de *el árbol*, y así sucesivamente. Hay en ello una teoría de la generalización muy distinta de la de Locke, que Berkeley había refutado, o del asociacionismo de Hartley. En cada progreso hay un *acto*, y un acto dirigido. "Una inducción no es solamente la suma de los hechos coligados (*colligated*); los hechos no son sólo reunidos, sino percibidos desde un nuevo ángulo. Se sobrepone un nuevo elemento mental; una constitución y una disciplina particulares del espíritu son necesarios para los fines de esta inducción" (*Aphorisms concerning science*, XV-XVI).

De todo ello deriva esta tesis, fundamental para Whewell, pero que no fué comprendida en su época: tan pronto

como la coligación llega a buen término (*efectually done*) y queda fijada colectivamente por el lenguaje, la aportación creadora del espíritu es olvidada y *la idea se convierte en una parte del hecho*. Esto se ve, desde luego, en el sentido común. Es un hecho que el Sol nos da luz y, sin embargo, como acabamos de ver, el "Sol" es una "idea". Las teorías de cada generación se convierten de este modo en hechos para la generación siguiente. "¿Es un hecho o una teoría que las estrellas giren alrededor del polo? ¿Es un hecho o una teoría que la Tierra sea un globo y dé vueltas alrededor de su eje? ¿Que describa una elipse alrededor del Sol? ¿Que el Sol ejerza una fuerza de atracción sobre la Tierra? ¿Que el imán ejerza una fuerza de atracción sobre la aguja magnética de la brújula? Es probable que en estos diversos casos algunos respondan afirmativamente y otros negativamente. Hay mucha gente para quienes las afirmaciones de que la Tierra es esférica, de que describe una órbita elíptica, de que es atraída por el Sol, serían calificadas de *teorías*, aun admitiendo que fueran teorías *verdaderas*. Pero si cada una de estas proposiciones es verdadera, ¿no expresa un *hecho*?" (*History of scientific ideas*, "Facts and theories", I, sección 10).

¿Debe decirse que no hay distinción entre unos y otros? Sí, pero es una distinción que sólo se refiere a una actitud reflexiva, tanto si es la ejercida por un espíritu individual, como si es la reflexión de la ciencia en un momento determinado de su historia. En la teoría, las ideas se *distinguen* de su materia; en los hechos, "son aplicadas tan espontáneamente y de una manera tan familiar; se hallan tan completamente incorporadas a ellos que no *las* vemos: vemos *con* ellas, en el mismo sentido en que vemos *con* nuestros ojos". Sin duda ha pensado ya el lector, entre líneas, en Duhem, presentando al experimentador que solicita a su ayudante: "¿Pasa la corriente?"; y al ayudante que responde: "Sí", como si hablara de un hecho que

tiene ante sus ojos, pero del cual no percibe, en realidad, más que el movimiento de una aguja de galvanómetro. Y aún, diría Whewell, ¿es *esto* lo que percibe?

Así, pues, para el conjunto de cada gran teoría física puede erigirse una tabla, muy diferente de las tablas baconianas, pero no menos importante. En la base de la misma se hallan los hechos brutos. Los grados sucesivos de la coligación mostrarán cómo se llega a la concepción general y cómo se justifica. Dos ejemplos de ello se encuentran en el *Novum Organum renovatum*. Uno es el de las síntesis sucesivas, cada vez más profundas, que desembocan en la teoría de la gravitación universal; otro es el que conduce a la teoría vibratoria de la luz de Hooke y de Huyghens. Se trata de largos desarrollos, llenos de detalles, de corchetes y llaves, de referencias oblícuas de una teoría a otra; parece un complicado árbol genealógico. Estos desarrollos tienen el mérito de poner de relieve la marcha del espíritu hacia la unidad y hacia la identidad. Por ejemplo, en lo que se refiere a la teoría de la luz, figuran en la parte superior de la hoja los fenómenos diurnos y nocturnos, fuegos artificiales y sombras. Una primera coligación extrae de todo ello la idea de luz. Por otro lado, la síntesis de los fenómenos producidos por los espejos y los cuerpos transparentes facilita por separado las nociones de reflexión y de refracción. Una nueva coligación resume la totalidad de los fenómenos y crea la noción del "rayo luminoso" y de su propagación. Otras observaciones sobre los colores, el arco iris, la refracción doble dan origen a las teorías de la dispersión y de la polarización. En el punto confluyente de estas nuevas nociones aparece la idea de onda luminosa, que constituye su síntesis. A ello se agregan otros fenómenos: el de las franjas de color, el de las estrías claras y sombreadas que se producen por el concurso de ciertas luces. Estos fenómenos son abarcados por la teoría de las interferencias, que se adapta al cuadro de

la onda luminosa, que ya fué concebida, pero que se halla todavía en el estado de noción, distinta de los hechos, los cuales tienden a concretarla. Si Whewell hubiera prolongado su cuadro hasta nuestros días, ¡qué admirable ejemplo de asimilación y de coligación hubiera podido inscribir en el punto en que su genealogía de los *hechos* ópticos habría encontrado las oscilaciones hertzianas y suscitado la concepción de la onda electro-magnética!

Decía hace poco que estos cuadros no se parecen en su forma a los de Bacon, pero, por lo menos, recuerdan un pasaje de sus obras, pasaje no atendido suficientemente a causa del pretendido empirismo que generalmente se le atribuye: "Illud vero (la finalidad de las ciencias) optime præstatur axiomata in magis generalia, et quæ omni materiae rerum individuarum competant, *colligiendo et uniendo*. Sunt enim scientiæ instar pyramidum, quibus historia et experientia, tanquam basis unica, substernuntur . . . Atque illa demum scientia ceteris est præstantior, quæ intellectum humanum minima multiplicitate onerat" [1]. Pero hay, además, en Whewell esa idea tan fecunda de que *no todos los hechos se hallan en el estadio inferior*, y de que el realismo científico cristaliza todo el edificio a medida que se va construyendo.

Whewell extrae dos consecuencias de estos principios. Una de ellas es la importancia del lenguaje científico, que ha estudiado ampliamente. Vamos a dejarla de lado por el momento. Otra es el puesto que otorga a la hipótesis dentro de la ciencia, relacionándola con la "permissio intel-

[1] "El mejor medio de conseguirlo consiste en coligar y unir las verdades adquiridas con otras verdades más generales, aplicables a toda la materia de las cosas individuales. Las ciencias son como pirámides que se apoyan sobre una base única, la de la historia y de la experiencia . . . Y la ciencia que triunfa sobre todas las demás es la que sobrecarga el espíritu humano con la multiplicidad mínima." (Esta ciencia es la "metafísica" en el sentido especial que ya hemos definido.) *De Dign.*, III, IV, 1.

lectui" (*Philosophy of discovery,* 236). La idea creada por el espíritu es libre; sólo hay que exigir de ella su adecuación, es decir, la producción de la síntesis de lo dado: 1º, sin contradicción; 2º, en la línea general del esfuerzo intelectual. "Las concepciones mediante las cuales son vinculados entre sí los hechos son sugeridas por la sagacidad de los inventores. Esta sagacidad no puede enseñarse: en general, los medios que emplea para llegar al fin deseado, consisten en adivinar (*it commonly succeeds by guessing*). Y este éxito se obtiene mediante la construcción de diferentes *hipótesis de ensayo* (*tentatives hypotheses,* subrayado en el texto de Whewell) y por la elección de la hipótesis correcta. Pero no existen normas para construir un juego de hipótesis apropiadas ni para excusarse del talento de inventar" (*Aphorisms concerning science,* VIII). Y más adelante: "Es muy raro avanzar en el conocimiento si no se dispone de alguna osadía e inclusive de alguna libertad para la presunción (*some boldness and licence in guessing*)". La única reserva de Whewell es que toda hipótesis debe ser bien definida y responder a los hechos ya conocidos (*Novum organum renovatum,* cap. IV). Mach repetirá luego que se necesita entusiasmo para hacer avanzar la ciencia. El lector podrá, pues, advertir el lugar que ocupa Whewell en la tradición de la hipótesis y hasta qué punto se oponen sus ideas a las prescripciones de Comte, preocupado en limitarla, en restringir su carácter y alcance, en impedir que el espíritu se abandone a sus naturales tendencias. No es extraño que lo haya criticado vivamente en su *Philosophy of discovery,* particularmente en lo que se refiere a su hostilidad hacia las hipótesis de estructura. De ahí también su polémica contra Mill que, en su *Lógica,* concedía sólo un lugar secundario a este procedimiento y acusaba a Whewell de favorecer un inaceptable relajamiento de método. Pues ante una hipótesis, agregaba (renovando el viejo argumento que se

había dirigido contra Galileo), si se convierte este procedimiento en único medio de la ciencia, ¿cómo podrá saberse nunca si no hay una multitud de otras hipótesis posibles igualmente conformes con los hechos?

"No conozco en la historia, contesta Whewell, un solo caso en donde se hayan enfrentado dos hipótesis igualmente conformes a los hechos. Y si esto tuviera lugar algún día, considero que una de esas hipótesis se resolvería en la otra" (Se reconoce aquí la idea de Peirce sobre la identidad fundamental de las teorías que tienen las mismas consecuencias). "Y, por otro lado, invito a cualquiera que tenga imaginación a que invente otra hipótesis aceptable para explicar las perturbaciones de la Luna o las franjas de interferencia coloreada" (*Philosophy of discovery,* 271).

Mill reprocha también a Whewell el no haber legitimado la prueba *inductiva* en cuanto tal, cosa que era para él justamente el objeto propio de la lógica y su principal esfuerzo en la teoría de la inducción. ¿Está bien fundada esta crítica?

1. En efecto, Whewell no señala ningún procedimiento para justificar la inducción en tanto que pasa de lo singular a lo universal, pero muestra también que no es necesario. La coligación es la introducción de una idea, y la idea es *general* por sí misma. Sólo se trata de saber si es *aceptable.* Se ha dudado de la verdad de determinadas leyes del movimiento, pero no se ha dudado de que el movimiento tuviera leyes. O se piensa dentro de lo general o no se piensa. "En los razonamientos que evitaban o corregían los errores precedentes y que conducían a verdades generales sólidas, la finalidad del teórico (*speculator*) era siempre dar a las fórmulas admitidas, sugeridas por la idea de causa, una significación de tal índole que fuera conciliable con su validez universal. La ley (*rule*) no ha sido considerada en los comienzos como particular ni se ha ido generalizando poco a poco; desde los orígenes

ha sido considerada como universal. Y la cuestión consistía en saber cómo debía entenderse para que fuera universalmente verdadera... La experiencia puede ser necesaria para mostrar *lo que* debe ocurrir universalmente, pero que lo que acontece tiene lugar *universalmente,* esto es algo que pertenece a la misma naturaleza del conocimiento" (*Phil. of induc. sciences,* I, 241).

Pueden compararse las anteriores palabras con el pasaje de Peirce en el cual analiza las presuposiciones del pensamiento experimental. Todo experimentador, dice, piensa en lo intemporal y no en calidad de historiador; el experimentador no se pregunta lo que ha ocurrido en una fecha determinada del pasado, sino lo que ocurre y ocurrirá siempre que concurran ciertas condiciones [1].

2. Para saber si una hipótesis es verdadera, hay tres clases de pruebas: *a*) La eliminación, tal como es preconizada por Lesage y Dugald Stewart. Casi siempre es suficiente. La verdad "permanece en el fondo del crisol". *b*) El hecho de anunciar fenómenos nuevos que tienen efectivamente lugar. (El procedimiento como tal no ofrece duda; al estudiar el fundamento propiamente dicho de la inducción examinaremos si es un procedimiento definitivo y válido por sí mismo o si su validez procede de otra creencia más esencial.) *c*) Finalmente y en particular la "convergencia" de las inducciones tal como es explicada en las tablas del *Novum organum renovatum* a que hemos aludido. La concordancia equivale a la prueba porque la misma función de la hipótesis consiste en permitir esta concordancia. Cuando el edificio está construído, se mantiene como una bóveda. El mero hecho de que todo esté bien ajustado asegura o, mejor dicho, constituye su solidez.

Tal es en sus grandes líneas la filosofía científica de

[1] *What Pragmatism is,* Monist, abril de 1905.

Whewell. Esta filosofía no ha sido apreciada como merecía, inclusive allí donde fué creada, en la Universidad de Cambridge, donde, con todo, la situación y prestigio personales de Whewell eran considerables. El amplio movimiento empirista que se perfilaba entonces en Inglaterra y que provocaba el gran éxito de la *Lógica* de J. St. Mill daba un aspecto caduco a su racionalismo, a su concepción *a priori* de las matemáticas, que proporcionaba, si no los principios de la ciencia, por lo menos el modelo a base del cual debía tender a constituirse. Su doctrina de la transformación de las ideas en hechos y, por consiguiente, de un *making of reality* (Schiller), debía ser entonces de difícil comprensión. Y aun en el caso de ser comprendida, debía parecer sospechosa para un realismo asociacionista que no veía otro criterio más seguro que lo dado y que tendía a modelar el espíritu sobre la cosa conocida (la primera edición de los *Principios de Psicología,* de Spencer, es de 1855). Contra él tenía también sus creencias religiosas, con las cuales hacía coincidir sus teorías científicas, sobre todo al final de su vida, en que acentuó la actitud de físico-teólogo que había asumido en su *Bridgewater treatise* sobre Astronomía: la *Philosophy of Discovery* termina con una introducción al conocimiento de Dios. Frente a la "joven escuela" de la época, frente al osado librepensamiento de J. St. Mill, de los utilitarios y de los evolucionistas, Whewell parecía volver las espaldas a todo lo que constituía el porvenir de la ciencia. Uno de sus biógrafos ha dicho de él que era considerado como un buen eclesiástico retrasado. Desde entonces no se ha levantado esta semi-condena. La forma de sus obras no las hacía fácilmente accesibles ni sugestivas para un lector un poco apresurado. Sin embargo, hemos visto que contienen ideas interesantes y concordantes con el desarrollo ulterior de la filosofía de las ciencias.

CAPÍTULO IX

LA PRUEBA FORMAL DE LA CAUSALIDAD
JOHN STUART MILL

La "lógica inductiva". — Los cinco "cánones" de la inducción causal. — Su inexactitud literal. — La inducción no se limita a la investigación de las causas. — Crítica de la noción de causa: causalidad y responsabilidad; causalidad y técnica. — La idea de causa es puramente práctica; su función provisional en las ciencias. — Las pruebas de la causalidad.

Con John Stuart Mill llegamos a la más célebre de las teorías de la inducción. Su *System of Logic, ratiocinative and inductive* [1], apareció en 1843 y obtuvo el mayor éxito posible. Durante la vida de Mill (falleció en 1873) se hicieron ocho ediciones de este libro. Varias de estas ediciones contienen extensos suplementos en forma de respuesta a diversas críticas. En 1870, un profesor de la Universidad de Durham, A. H. Killick, compuso un resumen de la misma, *The students Handbook of Mr. J. S. Mill's Logic* que alcanzó su 13ª edición antes de fin de siglo. El *System of Logic* llegó a ser en Inglaterra la obra clásica por excelencia, y sólo después de haberla explicado durante

[1] Hay trad. esp.: *Sistema de lógica inductiva y deductiva*, por E. Ovejero y Maury.

diez años, en virtud de los programas, en su cátedra de la Universidad de Londres, Stanley Jevons, sublevado contra tal indiscutible imperio, publicó contra ella la conocida requisitoria.

El propio Mill ha explicado en sus *Memorias* [1] este éxito con mucha modestia. Mill no se reconoce a sí mismo otros talentos que una gran facultad de asimilación y de discusión. En lo que a la inducción se refiere, ha subrayado claramente todo lo que debía a Whewell y a Herschel. Los factores esenciales de la acogida que mereció su libro se encuentran en la situación intelectual de Inglaterra en dicha época. Era el esperado manual de la Lógica empírica, opuesta al racionalismo de tipo kantiano que reinaba en Hamilton y en Whewell. La doctrina que admite un conocimiento *a priori* era considerada entonces como un apoyo al conservadorismo político y religioso, y éste era estimado como el principal obstáculo al progreso social. Esta Lógica se halla así en estrecha relación con el "radicalismo filosófico", doctrina política de la escuela utilitaria, afín al positivismo de Comte a pesar de las disidencias ulteriores. Especialmente el libro VI es una aplicación del método a los problemas psicológicos, morales y políticos, y un alegato en favor de la posibilidad de su tratamiento por medios científicos. El determinismo de la naturaleza humana, semejante al de la naturaleza física, proporcionó las condiciones de una técnica del derecho y de la educación apoyada en la tesis utilitaria. Conviene consultar sobre este punto la excelente obra de Élie Halévy, *La formation du Radicalisme philosophique* [2]. Históricamente se detiene antes

[1] Trad. esp.: *Autobiografía* (Colección Universal, Madrid; reed., Colección Austral, Buenos Aires, Nº 83).

[2] 3 vols., en 8º., ed. Alcan, 1901-1904; véase en particular el tomo III.

de la publicación del *System of Logic*, pero da a conocer de un modo admirable el medio en que nació y se desarrolló la doctrina.

La *Lógica* de Mill revela en cada una de sus páginas las grandes cualidades intelectuales y morales de su autor: buena fe, amor a la verdad, pasión de la utilidad humana. Además, un deseo tan vivo como en cualquier otro filósofo —mayor que en la mayor parte de los filósofos— de mantenerse en contacto con las realidades, de ver las cosas tal como son y sin espíritu de sistema. Finalmente, una sutileza, una finura espiritual y tal riqueza en el detalle de las ideas que con frecuencia le hacen descubrir relaciones o dificultades que habían pasado desapercibidas y que hacen muy sugestiva su lectura. Por otra parte —y ahí radica acaso el reverso de las mismas cualidades— la obra contiene muchas cosas dispares, de difícil conciliación, a veces contradictorias. Sus expresiones, inclusive cuando procura ser riguroso, son más bien indicaciones aproximadas que fórmulas para adoptar al pie de la letra. De ello veremos precisamente ejemplos en su teoría de la inducción (libros III y IV) que, de acuerdo con el plan que nos hemos trazado, examinaremos desde el punto de vista de la *técnica* de la inducción, punto de vista que, por otro lado, constituye su objeto central [1].

Dicha teoría consiste en los cuatro o, mejor dicho, en los cinco [2] "Métodos de la investigación experimental":

[1] En los excelentes capítulos que ha consagrado a Mill (*La causalité et l'expérience humaine*, caps. VI-VIII, León Brunschvicg se ha situado, por el contrario, en el punto de vista de la teoría del conocimiento, y ha examinado el valor de su doctrina en tanto que representativa del *empirismo*.

[2] El cap. VIII tiene por título: Of the *four* methods of experimental inquiry". En otros pasajes, especialmente en el cap. IX, habla de los "cuatro métodos", pero enumera *cinco métodos* y cinco cánones correspondientes (el tercero es una combinación de los dos primeros).

—Método de concordancia (*of agreement*);
—Método de diferencia (*of difference*);
—Método indirecto de diferencia o método combinado de concordancia y de diferencia (*joint method of agreement and difference*);
—Método de residuos (*of residues*);
—Método de las variaciones concomitantes (*of concomitant variations*).

Sus caracteres: cada método está resumido en un "canon", formulado en letra bastardilla, que facilita a la vez su norma y su esquema lógico. Mill ha intentado hacer para "la inducción" algo análogo a lo que representan cada una de las figuras del silogismo para lo que generalmente se llama "la deducción" [1]. Estos "cánones" son también, en intención de Mill, medios de prueba rigurosa en la medida en que la materia considerada se preste a su aplicación. Teóricamente son ciertos. No hay que olvidar que Mill define la Lógica como "la ciencia de la prueba". En este aspecto, esos métodos son enteramente diferentes de los que Herschel llama con el mismo nombre y considera como procedimientos de investigación, como sugestiones de hipótesis ulteriormente comprobables. Y son menos diferentes de la idea que de ellos tiene Whewell, para quien el método de residuos, por ejemplo, es un tipo de razonamiento matemático, como el método de los términos medios o el de los cuadrados menores. Pero el contenido no es ya el mismo. En segundo lugar, esos cánones se proponen no utilizar en el razonamiento más que una sola relación y reducir a ella todas las operaciones lógicas referentes a la inducción, es decir, la relación *causa de*, pues la causa es definida como el antecedente invariable e incondicional. Incondicional, esto es, de tal suerte que sea siempre suficiente para producir el efecto, cualquiera que sea la suposición que pueda hacerse sobre las demás circunstancias próximas (Killick: "... under any imaginable supposition as regards other things"). Por ejemplo, no podemos decir que la noche sea causa del día, pues es fácil imaginar que, en el caso de que el sol se extinguiera, la noche duraría indefinidamente. Hay en ello algo embarazoso, pero vamos a dejarlo de lado por el momento. Lo que debe observarse aquí es el hecho de que la relación de causa, de tal modo concebida, y los cánones que la emplean difieren doblemente de las tablas baconianas a las cuales suelen asimilarse: 1º Hemos visto que la causa no era para Bacon un antecedente, sino la forma misma, *ipsissima res*, su naturaleza, tal como se traduce *in ordine ad hominem* por su apariencia sensible; 2º las "tablas" no son esquemas formales de razonamientos análogos a *Barbara* o a *Camestres*, sino métodos que implican una larga serie de operaciones en las cuales hay posibilidad de variaciones internas. Para Bacon no hay prueba más que a la larga, por un residuo existente en el fondo del crisol. Sus normas guían al espíritu, ordenan y clasifican las razones con vistas a la conclusión, preparan el expediente, pero no juzgan.

¿Cuál es el valor le los célebres cánones? Quisiera mostrar dos puntos: en primer lugar, que son, de un modo general (y luego veremos lo que hay que entender con ello), medios de prueba válidos, aunque sean ciertamente inexactos en su enunciado e inclusive con frecuencia hasta un grado que produce sorpresa; en segundo lugar, que se basan en una idea de causa insuficientemente dilucidada. Y si se efectúa esta dilucidación se desemboca, a mi entender, en una técnica muy distinta de la inducción, del tipo analizado por Whewell y por Claude Bernard.

Primer Canon: "Si dos o más casos del fenómeno estudiado tienen solamente una circunstancia común, esta circunstancia única en la cual concuerdan (*in which alone*

[1] Véase el cap. 1 de este libro.

the instances agree) es la causa o el efecto del fenómeno dado" [1]. De un modo esquemático agrega Mill: sea A una causa y sea nuestro problema el de investigar el efecto de esta causa; admitamos que, en dos casos, poseemos los siguientes grupos de antecedentes y de consecuentes:

A B C	A D E
a b c	*a d e*

"*b* y *c* no pueden ser los efectos de A, pues no han sido producidos en la segunda experiencia; tampoco pueden serlo *d* y *e*, por cuanto no han sido producidos en la primera. Lo que es realmente el efecto de A —sea el que fuere— debe haber sido necesariamente producido en los dos casos. Esta condición solamente queda cumplida con la circunstancia *a*. Por otra parte, *a* no puede haber sido el efecto de B o de C, pues ha sido producido en su ausencia; ni de D o de E, por la misma razón. Por lo tanto, es el efecto de A".

Se razonaría en sentido inverso si se tratara de estudiar el fenómeno *a* y de saber cuál es su causa.

En primer lugar, el enunciado del canon no corresponde al comentario y al ejemplo, pues considera solamente los casos que poseen una circunstancia común, sin especificar (cosa tan necesaria para el razonamiento teórico como de difícil realización en la práctica) que puede distinguirse entre esas circunstancias una serie perfecta de antecedentes y otra serie igualmente perfecta de consecuentes, formada cada una de ellas por términos concomitantes entre sí. Un psicólogo y alienista inglés, el Dr. Charles Mercier, que se ha divertido mucho a expensas de las fórmulas de Mill en su libro *Causation and Belief*, se entretiene en aplicar ri-

[1] *System of Logic*, libro III, cap. VIII, parág. 1.

gurosamente el enunciado [1]. Sea un cubo, una bola de billar y una butaca y supongamos que los tres son de color rojo. Admitamos que, aparte el color, no tengan otro carácter común que el de haber sido trasladados a una misma habitación y el de encontrarse en ella actualmente. Si se aplica la fórmula, habrá que concluir que el hecho de hallarse en esta habitación es la causa de su color. Es evidente que eso no es lo que quería decir Mill.

Tal aplicación es una caricatura, pero una caricatura que muestra muy bien la insuficiencia del canon. Dos o tres casos del fenómeno no prueban nada: precisan numerosas repeticiones en circunstancias variadas si no se dispone de otro dato que la pura y simple concordancia. Pues jamás puede estarse seguro de que hay una circunstancia común y sólo una. Habría que saberlo todo. Y, por otro lado, aun en el caso de saberlo todo, el caso del único antecedente común sería irrealizable: se observa en un mismo laboratorio, en la superficie de la Tierra; la observación es realizada por un hombre; exige un mismo instrumento, etc., etc. Por lo tanto, precisa —y ello es lo esencial— haber eliminado todo lo que se conoce como "accesorio". Ya no hay ningún rigor en la norma, que se reduce a un caso de

[1] Longman y Green, 1916. El Dr. Charles Mercier, médico del hospital de Charing Cross y miembro del tribunal de exámenes de patología mental en la Universidad de Londres, ha fallecido recientemente. Además de algunas obras de psicología y de psiquiatría, ha escrito *A New Logic*, libro que contiene cosas muy interesantes y que dilucida algunos aspectos del razonamiento generalmente descuidados por los lógicos. Como médico tenía una gran práctica en la investigación de las "causas" y de las estadísticas referentes a ellas (causas de muerte, de epidemia, de enajenación mental). Hay con frecuencia en *Causation and Belief* errores de detalle, confusiones y chanzas que desembocan en falsedades. Es un libro que sólo con precaución puede utilizarse. Pero al lado de esto muestra una gran lozanía en las ideas y un sentido del razonamiento concreto que hacen muy instructiva su lectura.

apreciación, de juicio (en el sentido en que se dice de un hombre que posee juicio). Lo más difícil, replicaba Whewell, es precisamente reducir los fenómenos de la naturaleza a esta forma canónica. No es más difícil, respondía Mill, que reducirlos a clases a las cuales pueda aplicarse el silogismo. La contestación no es acaso irrebatible, pero, en caso de ser justa, se advierte que la dificultad es más honda; no hay en este primer canon ningún esquema lógico capaz de concluir *vi formae*.

Finalmente, ¿puede decirse que hay "una circunstancia común" en los antecedentes de todos los objetos rojos excepto precisamente el hecho de que, de una manera u otra, han adquirido la estructura química que produce en nosotros la impresión de lo rojo? O se trata de una tautología, o es la relación de la forma baconiana con la cualidad secundaria, o no hay nada que responda a la definición. Pues desde el punto de vista de las causas eficientes, los procesos naturales o los procedimientos por los cuales los tres objetos ofrecen el mismo carácter pueden no tener entre sí nada de común.

Segundo Canon: "Si un caso en el cual el fenómeno estudiado se presenta y un caso en el cual no se presenta tienen todas sus circunstancias comunes, excepto una de ellas que se presenta solamente en el primer caso, esta circunstancia única que constituye su diferencia es el efecto o la causa, o una parte indispensable de la causa del fenómeno" (*Ibid.*, § 2).

Esquema:	A	B	C		B	C
	a	*b*	*c*		*b*	*c*

Pueden formularse las mismas críticas en lo que se refiere a la confusión de los antecedentes y de los consecuentes bajo el nombre común de "circunstancias". Por otro lado, ¿qué rigor puede haber en una regla que agrega: "o una parte indispensable de la causa"? Recordemos el

razonamiento de Bergson contra el paralelismo psicofísico en donde afirma que una tuerca aflojada puede paralizar todo el movimiento de una máquina. ¿Era una "parte indispensable de la causa"? En este caso, el razonamiento equivaldría a declarar, contra su propia intención, que también el cerebro es una parte indispensable de lo que produce la conciencia. ¿Hasta dónde irían las "condiciones" de este género? Con frecuencia basta un fenómeno insignificante para que algo no se produzca. Pero ello nos conduciría anticipadamente a la segunda parte de nuestra crítica.

Además, dos casos no son, ni mucho menos, suficientes. Sólo la bola roja toca la banda; ¿es a causa de esto que es roja? Si hubiera un gran número de bolas, de las cuales sólo las rojas ocuparan esta posición, habría motivos para suponer que, en efecto, existe una relación directa o indirecta de dependencia entre este color y esta posición, o entre esta posición y este color [1]. Pero no en el caso contrario.

Finalmente, ¿puede existir una circunstancia diferencial *única*? Las materias sobre las cuales actúa una reacción química son diferentes; la Tierra se desplaza continuamente siguiendo su órbita, etc. También aquí sabemos gracias al sentido común y a la experiencia anterior lo que merece ser tenido en cuenta.

Tercer Canon, correspondiente al método indirecto o método combinado de concordancia y de diferencia: "Si dos o más casos del fenómeno estudiado tienen solamente una circunstancia común, en tanto que dos o más casos en los cuales no se presenta no tienen de común más que la ausencia de dicha circunstancia, la circunstancia única en que radica la diferencia entre los dos grupos de casos es

[1] El Dr. Mercier concedería que, si el caso se redujera a la comparación de dos estados, habría una fuerte presunción de causalidad si un cambio de color se produjera *en el mismo momento* del contacto. Volveremos sobre el particular al final de este estudio.

el efecto, la causa o una parte indispensable de la causa del fenómeno" (*Ibid.*, § 4).

Esquema	A B C	B C	A D E	D E
	a b c	*b c*	*a d e*	*d e*

Encontramos nuevamente aquí las mismas dificultades relativas a la ambigüedad de la causa y de la parte de la causa, así como de la causa y del efecto. Sin embargo, el procedimiento es en sí mejor por cuanto evita la dificultad de saber si existe un fenómeno único. En rigor y tal como hace observar el propio Mill, no habría necesidad de especificar aquí esta condición. Mill ofrece inclusive este método indirecto como un método destinado a hacer frente a los casos en que es imposible aplicar directamente el método de diferencia, pues no pueden encontrarse dos casos que solamente difieran en una sola circunstancia. Podría decirse, pues, sencillamente: "Si dos o varios casos en los cuales tiene lugar el fenómeno poseen una circunstancia común, en tanto que dos o varios casos en los que no tiene lugar no poseen dicha circunstancia, ella es la causa o el efecto, etc.". No obstante, Mill no ha suprimido en el canon correspondiente las palabras "*only* one circumstance", "*nothing* save the absence". ¿Por qué? Sin duda porque en su ausencia la conclusión no sería rigurosa. Debería decirse solamente y, de hecho, se dice (pues este esquema de razonamiento es empleado con frecuencia): *hay las mayores probabilidades* de que la circunstancia que en todos los casos observados por nosotros aparece al mismo tiempo que el fenómeno y desaparece al mismo tiempo que él, tenga, en efecto, una relación intrínseca y necesaria con dicho fenómeno. Pero esto nos remite una vez más a la probabilidad y no nos proporciona un canon teórico riguroso que constituya un modo de razonamiento elemental *sui generis*.

Cuarto Canon (Método de residuos): "Si se excluye de un fenómeno la parte conocida por inducciones anteriores como efecto de ciertos antecedentes, el residuo de este fenómeno es el efecto del residuo de los antecedentes" (*Ibid.*, § 5).

Esquema:	A B	A B C
	a b	*a b c*

Hay que tener en cuenta que, contrariamente a lo que ha hecho en las demás reglas, Mill no da en el texto del capítulo III ningún ejemplo del mencionado canon y remite al lector al capítulo siguiente. Pero si se lee éste, se experimenta cierta sorpresa. Mill se refiere, por lo pronto a los conocidos ejemplos facilitados por Herschel, y cita *in extenso* el mismo texto del *Discurso*. Trata de la observación de Arago referente a la oscilación de una barra imantada encima de una placa de cobre, y la rechaza como perteneciente al método de diferencia, tal como lo ha definido previamente, cosa perfectamente lógica. Trata luego de la aceleración del retorno del cometa de Encke, y lo acepta. Esto es singular, pues no se trata aquí de un residuo de causa y efecto conocidos (la resistencia del medio cósmico no es más que una hipótesis plausible), sino de un residuo de efecto que *exige* una causa [1]. Cita sin comentario el pasaje sobre los descubrimientos realizados en los residuos de operaciones químicas por Artwedson y Wollaston; recuerda la frase de Glauber sobre la utilidad de examinar siempre lo que los demás desechan. Ahora bien, no hay

[1] Lo mismo ocurre con el razonamiento formulado por los que admiten en geología la "teoría de las catástrofes", razonamiento que transcribe, sin adherirse a él, en el párrafo siguiente. En su *Lógica* (p. 307), Goblot dice con la vigorosa precisión que tienen muchas de sus fórmulas: "Cuando las leyes conocidas permiten prever un hecho y, sobre todo, calcularlo, y cuando hay una desviación entre el hecho observado y el hecho previsto o calculado, esta desviación es un *residuo* que necesita explicación. Esto es todo lo que puede enseñarnos este método... Su resultado es un *hecho*, pero no una ley".

aquí absolutamente nada que se adapte al canon y al esquema antes formulados. Es el método de residuos en el sentido muy diferente y puramente metodológico de que he tratado anteriormente.

Finalmente, Mill alega un ejemplo sorprendente: los que sostienen que existe entre los individuos, los sexos o las razas una superioridad mental intrínseca *hubieran debido* mostrar (cosa que jamás han hecho) que algo permanece si se suprimen las diferencias debidas a la constitución física, al medio, a la educación, etc. Sin contar que también en este caso se trataría menos de establecer una relación de causa a efecto que de mostrar la existencia de una laguna que debe ser colmada y de una causa que debe ser investigada, parece que hay que disponer de muy pocas aplicaciones reales para ir a buscar como ejemplo un razonamiento que sus adversarios hubieran debido hacer y que, de hecho, hacen evidentemente imposible la complejidad de las circunstancias. Por consiguiente, puede preguntarse si este método, en cuanto canon lógico, corresponde a alguna realidad.

Quinto Canon: "Un fenómeno que varíe de cualquier modo (*whatever phenomenon varies in any manner*) cada vez que otro fenómeno varíe de cierto modo (*whenever another phenomenon varies in some particular manner*) es una causa o un efecto de este fenómeno o está ligado a él por algún hecho de causación" (*Ibid.*, § 6).

¡Cuánta vaguedad hay también aquí! No solamente es vaga en las alternativas que la terminan y en la completa indeterminación de la última parte de la frase, sino en el mismo enunciado de aquello en que consiste la variación concomitante. El Dr. Mercier ha encontrado grandes fa-

cilidades para ridiculizar este canon [1]: si madura el trigo mientras sube la marea, ¿hay un enlace causal entre estos dos fenómenos? ¿Qué consideraba aquí Mill? Evidentemente, la idea de dos fenómenos que varían en mutua función bien definida, pero las palabras *in any manner, in some particular manner* no son suficientes para expresar esta idea. También está ausente de su fórmula —cosa que no es menos esencial— la condición de que esta variación en función mutua haya sido observada un número suficiente de veces y en circunstancias suficientemente variadas para que no pueda ser atribuída al azar. Si durante un mes no ha dejado de subir un valor en la Bolsa mientras subía también la temperatura media, ¿qué conclusión se sacará de ello? Pero esta idea de repetición y de probabilidad, siempre sobreentendida, no concuerda con los cánones precisamente porque ellos tienen la pretensión de constituir un esquema de inducción apodíctica, ya sea por eliminación o por comparación. Se trata de dos concepciones antitéticas del razonamiento experimental.

Por lo demás, el propio Mill, con su amplitud de espíritu, su riqueza de ideas y su buena fe habitual, ha formulado las reservas más explícitas, en la continuación del mismo libro, sobre la eficacia de sus reglas [2]. Analizando "la pluralidad de causas y la mezcla de efectos", título del capítulo X, ha reconocido que un fenómeno que permaneciera prácticamente inalterable y pudiera ser designado con el mismo nombre, podía, sin embargo, ser producido de varias maneras diferentes. Ha reconocido también que en un gran número de casos las causas producen efectos

[1] Aunque agregue, al citarlo, un segundo *whatever* que agrava aún más el texto y que, desde luego, no está en él: Pero sin duda un descuido, pues, tal como está en Mill, la fórmula es suficientemente indefinida.

[2] También lo ha hecho anticipadamente en los capítulos V y VI sobre la ley de causalidad y la composición de las causas.

complejos en los cuales se combinan varias de ellas (como el oxígeno y el hidrógeno se combinan en el agua). Hay que renunciar, pues, casi siempre a los esquemas A, *a*, etc., pues no puede admitirse este principio, desde luego inverosímil, pero necesario para esta forma de razonamiento, según el cual existe entre las causas y los efectos una correspondencia unívoca y recíproca. "La causa —dice J. St. Mill— es, filosóficamente hablando, la suma completa de todas las condiciones positivas y negativas consideradas en conjunto, la totalidad de circunstancias de toda clase (*the contingencies of every description*), de tal manera que si se producen, la consecuencia sigue a ellas inevitablemente" (cap. V, § 3). Perfectamente. Pero entonces nada queda de las reglas precedentes. En los capítulos "Sobre el método deductivo" (cap. XI), "Sobre los límites en la explicación de las leyes de la naturaleza y sobre las hipótesis" (cap. XIV) se ha visto obligado a reconocer y a definir, en términos a veces muy precisos, la función del método hipotético tal como la hemos expuesto en los capítulos precedentes. Se manifiesta menos favorable a este método que Whewell, con quien mantuvo una larga disputa (cuyos puntos esenciales están reproducidos en el *Sistema de Lógica* desde la 6ª edición); como Comte, busca frecuentemente ponerle vallas o restricciones. Pero, en resumen, declara que lo acepta mucho más que Comte, y consagra los capítulos XVII y XVIII a una teoría de las probabilidades y del cálculo de las probabilidades relativas al establecimiento de "leyes empíricas", opuestas a las leyes de causalidad. Por ello puede verse hasta qué punto tenía J. St. Mill conciencia de las imperfecciones de sus cánones y cuán lejos estaban los mismos del método inductivo realmente empleado por los investigadores.

En efecto, además de las críticas, por así decirlo, jurídicas que suscita la redacción de estas célebres reglas de inducción, radica en ellas un defecto más grave. Me refiero

al carácter inadecuado e inclusive anticientífico de la noción de causa eficiente en el sentido que le da J. St. Mill: fenómeno antecedente y productor de un fenómeno dado [1], noción que convierte en "la raíz de toda la teoría de la inducción" (III v, § 2). He intentado demostrar esto en un artículo ya antiguo, "Observaciones sobre el principio de causalidad" (*Revue philosophique*, septiembre de 1890). Como este artículo fué escrito hace más de treinta años, tendría que modificar algunos puntos del mismo y, en particular, atenuar lo que, en algunos respectos, tiene un aire de afirmación decidida y dogmática. Sin embargo, mantengo las dos tesis esenciales: 1º que la relación causal, a pesar de lo que sostiene una tradición todavía hoy muy extendida, está lejos de constituir el tema esencial de la inducción y del método experimental; 2º que la idea de causa eficiente física es una idea popular, producto de una interpretación de la naturaleza prácticamente muy útil, pero extraordinariamente inadecuada.

En primer lugar, las leyes científicas [2] que se demuestran inductivamente se refieren casi siempre a algo muy distinto del antecedente invariable e incondicional. Gracias a los trabajos de epistemología realizados en los últimos años, podemos hoy precisar mucho más este punto [3]. Dichas leyes se refieren:

[1] Se trata, pues, de algo muy distinto de lo que Meyerson ha opuesto a la *legalidad* con el nombre de *causalidad* y que más bien se relaciona con la causa formal (es decir, estructura o proceso), cuya investigación han considerado casi siempre los partidarios de la hipótesis como una de las finalidades esenciales de la ciencia. Véase cap. VIII de este libro.

[2] Además de las leyes, la investigación científica puede referirse a una distancia (por ejemplo, el descubrimiento de Neptuno, por Le Verrier).

[3] Véase Darbon, *L'Explication mécanique et le Nominalisme;* Meyerson, *De l'Explication dans les Sciences.*

a) A las *formas baconianas*: estructura de la molécula, constitución del átomo; teoría cinética de los gases; teoría celular;

b) A *leyes numéricas* que relacionan magnitudes mensurables del tipo $y = f(x)$: gravitación, refracción, relación entre la fuerza electromotriz, la resistencia y la intensidad en una corriente;

c) A *determinaciones de constantes numéricas*: velocidad de la luz, longitudes de ondas, calores específicos; pesos atómicos;

d) A *enlaces permanentes de caracteres*: constancia de propiedades químicas, de disposiciones anatómicas; concomitancias empíricas, tales como las patas bifurcadas de los rumiantes;

e) A *repeticiones de los mismos procesos*: cristalización; fases de reacciones químicas; carioquinesis; fases del desenvolvimiento embrionario; enfermedades; envejecimiento y muerte de los organismos;

f) *A leyes de vección* (acaso reductibles, pero, en todo caso, determinadas directamente); principio de Carnot, degradación de la energía; evolución geológica y paleontológica [1].

Además, la misma idea de causalidad antecedente no tiene ninguna consistencia desde el punto de vista físico. Sea el fenómeno considerado el recalentamiento de una bala de fusil que se aplasta sobre un blanco de metal. ¿Cuál es la causa del recalentamiento? Su movimiento anterior. Pero ¿es todo su movimiento? No es necesario: el comienzo

[1] Es curioso observar que Taine en su obra sobre *La Inteligencia*, al querer dar ejemplos de aplicación de los dos primeros métodos de Mill, cite el enlace de los caracteres mamífero y vivíparo, enlace que pertenece evidentemente a la clase *d*; así como la "producción" del sonido por una vibración, que es una forma baconiana de la clase *a* (II parte, libro IV, cap. I). En los mismos ejemplos de Mill pueden encontrarse transformaciones análogas.

de la trayectoria no interesa al choque más que indirectamente; basta, pues, tener en cuenta la última parte. Pero entonces no queda gradualmente más que la diferencial en el momento del contacto, la equivalencia energética. La causa se funde con el efecto. Vuelve a encontrarse aquí esa identificación entre ambos que ya reconocía Leibniz, aunque desde un punto de vista algo diferente, cuando hablaba de "la adecuación de la causa plena y del efecto entero". Meyerson ha desarrollado también este punto de vista con mucha fuerza y claridad. Pero entonces, en el preciso momento en que la causa se realiza, la causa desaparece, pues no hay ya antecedente ni consecuente. La causa se convierte en "forma", y, al mismo tiempo, la alteridad de la causa y del efecto queda anulada o se transforma en un residuo *sin causa*. Al pretender defender el principio de que los mismos efectos son producidos por las mismas causas, Rabier se refiere en su *Psicología* a la objeción "el mismo vehículo puede ser arrastrado a la misma velocidad por un caballo o por un asno", a lo cual responde: aquello en que difieren el caballo y el asno no forma parte de la causa, como, por ejemplo, las largas orejas del asno. La causa sigue siendo, pues, la misma: "Lo que es idéntico en los efectos (por ejemplo, un mismo movimiento imprimido a una misma masa) es producido en los diversos casos por una misma causa (en el caso presente por una misma cantidad de fuerza motriz)" (335). Admitámoslo; pero entonces, ¿a qué se reduce el caballo? A la cantidad de energía que pone en movimiento al vehículo. ¿Y el asno? A la misma cantidad. Y esta cantidad se funde en el fenómeno considerado en una continuidad indivisible.

Puede intentarse adoptar otro punto de vista y buscar, a cierta distancia, el fenómeno destacado al cual se va a conceder la "dignidad" de causa. Por ejemplo, en lo que se refiere al choque de la bala a que antes me he referido, dicho fenómeno será la velocidad adquirida en el cañón.

Pero entonces la comunicación de la causa al efecto se hace indirecta y mediata. Además, la elección será sumamente arbitraria: ¿por qué no conceder el título de causa a la deflagración de la pólvora? ¿O a la presión del dedo sobre el gatillo? ¿O al acto cerebral que ha impulsado a efectuar dicha presión? De este modo podría uno remontarse hasta lo infinito.

No solamente la regresión es indeterminada, sino que ofrece a cada momento ramificaciones. Ha sido necesaria toda una serie de circunstancias que convergen en un mismo punto; se trata de una genealogía en la cual cada generación no comprende solamente a dos procreadores.

En realidad —y aquí se encuentra, a mi entender, la clave del enigma—, cuando se da a un hecho el título de causa, se da siempre pragmáticamente. Se *elige* en esta continuidad simultánea o sucesiva en nombre de un interés o de una intención. Para el químico, la causa es la reacción de los cuerpos explosivos; para el físico, el movimiento del mecanismo que ha dado salida a la bala; para el psicólogo, las razones del acto. En el artículo a que antes me he referido tomaba como ejemplo a un hombre aplastado en la calle. ¿Cuál ha sido la causa de este hecho? Ha dado un mal paso sin el cual no le hubiera ocurrido nada. Admitámoslo. Pero frecuentemente se da un mal paso sin que se provoque un accidente. Un vehículo acababa de llegar en aquel preciso momento. Se hace el mismo razonamiento. El conductor ha retenido demasiado tarde a su caballo. Pero no hubiera sido demasiado tarde si el pavimento no hubiera estado mojado. ¿Radica aquí la *verdadera* causa? No, pues esto no hubiera producido el hecho en cuestión si no hubiese ocurrido en una calle que hacía pendiente, etc., etc. Según se sea guardia municipal, conductor, peatón, médico o jurista se considerará de modo distinto la "causa" del suceso. Y en virtud de esta "causalidad" y para evitar la repetición de tales incidentes se tomarán medidas diversas: reglamento de la circulación, de los frenos, modificación del empedrado, penalidades, etc.[1]. Llegará inclusive a considerarse como causa una pura negación: se ha robado una herramienta *porque* se había dejado olvidada al aire libre; un eje se quiebra *porque* no se había engrasado.

Lo mismo ocurre no sólo con un fenómeno determinado y, por decirlo así, histórico, sino con una clase de fenómenos: la liquefacción no tiene una causa única (si no es probablemente en el sentido baconiano). Depende de tres "factores": la estructura física, la presión, la temperatura. Se llama *causa* el factor que puede determinarse de alguna forma: prácticamente, y en la mayor parte de los casos, el último factor. Las causas de muerte, las causas de enajenación mental no aclaran ningún antecedente invariable. ¿Se encontraría uno de estos antecedentes en las causas de las revoluciones: la caída de Tarquino, la revolución inglesa, las revoluciones francesas de 1789, 1848, 1870, la revolución alemana de 1918? Es dudoso. No sólo es imposible afirmar con alguna verosimilitud que los mismos efectos resultan siempre de la misma causa (piénsese en fenómenos como la experiencia de Joule), sino que es imposible sostener el principio inverso que, a pesar de todo, es menos aleatorio: "Las mismas causas producen los mismos efectos", pues este principio no es verdadero, inclusive

[1] El Dr. Mercier reproduce en su libro este mismo análisis de la causalidad tal como fué indicado en la *Revue philosophique* de 1890 ("Observaciones sobre el principio de causalidad") y da como ejemplo los juicios de la señora de la casa, de su esposo, de la cocinera, de la sirvienta sobre la "causa" que ha hecho derramar la leche mientras hervía en el fuego (85). Mercier ensaya por su propia cuenta la siguiente fórmula: "Una causa es una acción o la cesación de una acción vinculada a un cambio subsecuente o que acompaña a una ausencia de cambio en la cosa sobre la cuál se ejerce esta acción". Podría agregarse también la ausencia u olvido de una acción. Pero ¿qué es una acción *sobre* algo? y ¿qué hay que entender por *vinculada*? Véase *Revue philosophique*, octubre de 1917.

para el determinismo, más que a condición de suponer una repetición absolutamente idéntica. Si existe una ligera diferencia, pueden producirse dos casos: o bien no hay más que una ligera diferencia en el efecto, y la relación es análoga a la de una variable y una función de índole sencilla y regular (casos que buscamos en la práctica para guiar nuestra acción), o bien —y no es un caso raro— una ligera diferencia hace que la sucesión difiera completamente, como en el caso de un alud, de un aumento de presión cercano al punto de ruptura, de una de esas decisiones humanas como las tratadas por Alfonso Karr en su obra *El camino más corto.* Y esto es precisamente lo que Poincaré considera como la definición del azar.

Todas estas ambigüedades se deben a que la noción de causa tiene, por lo menos, un doble origen: 1º Origen moral (αἴτιος, αἰτία; *causa, cavere, acusare;* todavía se llama "causa" un asunto judicial). Causalidad es responsabilidad. Lo mismo que la relación del sujeto con el predicado en la plausible teoría de Jerusalem, la relación de la causa con el efecto se concibe, por lo pronto, a imagen del hombre y de su acto cuando se tiene alguna razón para intervenir o, cuando menos, para fijar su atención. De donde la idea clásica de la causa libre, eficiente, que no se agota en el efecto. 2º Origen técnico: aquello sobre lo cual es útil o necesario actuar, *siendo todas las cosas iguales,* para producir o impedir lo que deseamos. Este segundo sentido no está, ciertamente, bien diferenciado del que precede: la causa física es comprendida de un modo antropomórfico, y hay causa en todos los grados, desde el mandato o el ruego hasta la aplicación de una receta positiva. Luego se descubre que disponemos felizmente de las *claves* de los fenómenos: el agua apaga el fuego, el tanino impide que se eche a perder el cuero, el carbono endurece el hierro. Pero esto no es de ningún modo una necesidad lógica: hay pantallas para la luz, pero no las hay para el sonido. Inclusive con *leyes* per-

fectamente rigurosas podría ocurrir que todo dependiera de todo. Entonces no habría ya azar en el sentido de Poincaré y un solo espíritu podría prever u obrar: el Espíritu universal. Hay algunos casos en que nos encontramos en esta situación, como, por ejemplo, en gran parte de la fisiología por razón de la solidaridad de los fenómenos orgánicos.

La noción de causa antecedente es, pues, una noción *práctica,* una etiqueta que señala *grosso modo* hacia donde debemos dirigirnos. Objetivamente responde al hecho de que hay en el universo, hasta cierto punto, líneas de demarcación y, como se ha dicho alguna vez, "una estructura fibrosa". Pero no una estructura universal ni mucho menos. "El tejido del mundo, decía J. St. Mill, está hecho de hilos separados." Cournot, por el contrario, lo compara a masas luminosas que se dilatan, se concentran, se interpenetran "sin que haya en el tejido una solución de continuidad". Se trata de una mezcla de división y no división a la cual nos adaptamos mediante ensayos que pasan de la espontaneidad a la reflexión. Pero las fibras que descubrimos no son siempre concretas ni están dibujadas por anticipado en nuestra experiencia posible. Son con frecuencia abstracciones construídas por nosotros, como la noción de afinidad química o de potencial.

Resultan de ello importantes consecuencias para el método experimental y, en primer lugar, el hecho de que la operación fundamental no consiste en probar que A es causa de B, sino en *constituir* A y B mediante una elección prudente, de tal forma que cumplan precisamente esta condición de denominación posible y de relativo aislamiento. Tal es "la interpretación de la naturaleza", de Bacon; la "coligación", de Whewell; la "idea *a priori*", de Claude Bernard. Esto puede entenderse de una manera más o menos realista: es la filosofía de la operación, de la acción. Pero esta filosofía supone siempre una contrapartida objetiva, no de la realidad dada, sino de la realidad construída

o susceptible de ser construída y, por consiguiente, de la posibilidad dada. Los conceptos creados son en este respecto muy diferentes: algunos de ellos cristalizan fácilmente en una realidad física, como el átomo; otros no tienen más que un valor de algoritmo (por ejemplo, la ecuación diferencial de una acción luminosa o eléctrica). Sin embargo, puede haber tránsito de uno a otro, como en las nociones ficticias de fuerzas, de flujo de fuerzas, de tubos de fuerzas que, sin embargo, terminan por realizarse de un modo visible en ciertas descargas a través de gases rarificados.

Desde el punto de vista físico y en un amplio sentido (quiero decir haciendo abstracción del dominio moral) hay dos regiones privilegiadas para el empleo científico de la noción de causa:

1º En las ciencias aplicadas, las técnicas, próximas a la vida, de donde se origina esta noción. Se advierte que un cable eléctrico subterráneo no conserva su carga durante el tiempo normal. Se determina la distancia en que debe tener lugar la pérdida; se busca, se descubre que, en efecto, ha sido perforado por un golpe cualquiera dado con un pico y que la humedad se ha introducido en él. He aquí la causa. Se repara la parte deteriorada y todo vuelve a funcionar normalmente.

2º En las primeras construcciones al comenzar la exploración metódica: en la sociología, considerada como una física social, las hipótesis se refieren a la causalidad del clima (Montesquieu) o de la densidad de población (Durkheim). Puede verse a este respecto la interesantísima discusión sostenida entre Seignobos y Simiand sobre la causalidad en historia y en ciencia social. En biología no hay nada más corriente que la idea de una situación normal y de las "causas" que la desvían, como ocurre en los experimentos de laboratorio, accidentes o enfermedades. Una vez conocida la causa de un desorden se está muy cerca de saber

el remedio conveniente para restablecer el orden. La idea de causa es ya menos empleada en la química. En física no se emplea casi nunca (excepto, naturalmente, en el laboratorio cuando el experimentador se pregunta lo que impide que se abra un grifo o que pase una corriente). Finalmente, la causa no es jamás problema en la matemática y en la física puramente matemática.

Establecido esto, ¿cómo se investigan las causas a las cuales no pueden aplicarse reglas lógicas formales y rigurosas? Veremos que, en definitiva, y exceptuando acaso el método de residuos, los procedimientos de J. St. Mill son en lo esencial aplicables. No, desde luego, con el alcance canónico que Mill intentaba darles, pero sí en el sentido de que representan excelentes hábitos intelectuales a los cuales se someten la mayor parte de individuos que no poseen un buen sentido natural o una buena educación científica. Así, pues, como en muchos lugares, el autor del *System of Logic* no se ha equivocado en el fondo, a pesar de las imprudencias de sus fórmulas.

Adoptemos el inventario que ha hecho empíricamente el Dr. Mercier de los casos en los cuales se impone al espíritu la idea de una relación causal y que él ha opuesto a los métodos clásicos. Este inventario es enteramente *a posteriori* y bastante disparatado. Se trata de una recopilación hecha por un hombre práctico, pero es justamente por esta razón que puede interesarnos.

1º El encadenamiento inmediato y en el mismo punto: un vaso cae y se rompe. Los prestidigitadores aprovechan con frecuencia este hecho para provocar sorprendentes ilusiones. Pero esto implica el conocimiento de la fragilidad del vaso. De lo contrario, el enlace determinaría a lo sumo una *tendencia* a confirmar ulteriormente por otros casos análogos o asegurándose de que *sólo* esto podía producir el accidente. Frecuentemente se divierte a los niños por el

contraste entre una falsa causalidad de este género y sus escasos conocimientos que resisten a esta ilusión.

2º La subsunción bajo una ley conocida. Un tubo de agua estalla a consecuencia de la helada. No se pone en duda la causa del accidente.

3º La analogía. Se sabe lo que ha causado la enfermedad de Juan. De ello se concluye una causa semejante para la enfermedad de Jaime. Al comprobar la existencia de perturbaciones, Leverrier se acuerda de Herschel y de las circunstancias que le han hecho descubrir el planeta Neptuno. El razonamiento nos señala aquí la dirección en donde debe *buscarse* una causa. Y si hay alguna determinación de la causa misma, ello tiene lugar por la ley de Newton. Lo que nos llevaría al caso precedente.

4º La asociación de dos fenómenos en un mismo punto si se cumple una de las siguientes condiciones:

a) La exclusión de cualquier otra acción "material" (es decir, que pueda introducir algún cambio en el resultado): por ejemplo, el descenso del barómetro a medida que se hace el vacío. Es el método de concordancia y de variación.

b) Una asociación constante: por ejemplo, entre el calor y el hecho de salir el pollo de un huevo (aquí se advierte claramente el carácter de la noción de causa y su valor esencialmente práctico).

c) Una asociación más frecuente de lo que podría anunciar la probabilidad: por ejemplo, entre los días de niebla y los casos de bronquitis; entre los partos y las crisis mentales. Es un caso de variación concomitante que pone de relieve el interés y el valor probatorio de las estadísticas.

d) Aunque es inconstante, el efecto tiene caracteres especiales en los casos de enajenación a consecuencia del alcoholismo, el *delirium tremens*, etc. Pero esto equivale a convertir los casos de este género en una clase especial que tiene un antecedente invariable (aunque este antecedente no produzca siempre este efecto). Así ocurre con muchos síntomas diferenciales.

5º La variación concomitante: por ejemplo, el aumento de suicidios en verano.

6º La singularidad: hacia 1880 hubo una erupción en Java a la que siguieron durante algunas semanas puestas de sol de una coloración extraordinaria y nunca observada hasta entonces. En 1686, durante una helada excepcional, muchos grandes árboles se partían de arriba abajo con un ruido parecido a un cañonazo, etc. En los dos casos ha habido acuerdo en pensar que existía un vínculo de causa a efecto. Pero se trataba más bien del atractivo de una hipótesis.

7º Caracteres correspondientes (para Robinson Crusoe, la huella del pie de "Viernes"). Este caso podría encajar en la aplicación de una ley ya conocida.

8º La coincidencia en una misma área: "Esto ha sido enyesado"; región de venta de cierto alimento coincidente con la región asolada por una epidemia. Y 9º, la coincidencia en un mismo período: las manchas solares y las tempestades. Se encuentra aquí nuevamente el método de concordancia y diferencia o el de variaciones concomitantes.

En resumen, en este análisis, que tiene la ventaja de ser una recopilación enteramente empírica y sugerida por la práctica, pueden distinguirse dos factores. Por una parte, la investigación de una causa singular (el pie de "Viernes", la enfermedad de Juan, el tubo helado). Hay en ello una simple aplicación de una relación general anteriormente conocida o la sugestión, sin prueba convincente, de un determinismo ulteriormente comprobable. *Se trata de casos de razonamiento reconstructivo, no de inducción amplificadora.* Por otra parte, hay indicaciones de enlaces constantes en los cuales es razonable confiar. Y, como hemos

visto, estos enlaces pueden reducirse al método de variaciones concomitantes o el método combinado de concordancia y diferencia. Puede irse más lejos y decir con Renouvier: el primero no es más que un caso particular del segundo, aquél en que x e y, la variable y la función no tienen, como en lógica, más que dos valores posibles, 0 y 1, o $\wedge$ y $\vee$. En este caso, el método de las variaciones concomitantes absorbería a todos los demás [1].

¿Se trata entonces de una tautología? ¿Se hallan ligados prácticamente dos términos (pues hemos descartado un valor más absoluto de esta clase de enlace) cuando se comprueba la existencia en ellos de una dependencia efectiva? No olvidemos que, por el momento, hemos dejado sistemáticamente de lado la cuestión de saber con qué *derecho* o en nombre de qué *principio* juzgamos que este enlace se extiende también a los casos no observados. Pero aun ateniéndonos a la cuestión de técnica o de disciplina mental que hemos subrayado entre todas las demás, no se trata de un enunciado vano, pues lo esencial ha sido la invención de los términos x, y, y de la función que los vincula entre sí, es decir, la ley todavía hipotética. El mismo movimiento que ha de precisarla contribuirá asimismo a comprobarla. Aquí se encuentra, pues, lo esencial y lo que nos vuelve a conducir a la idea de que bajo la forma práctica, utilitaria y provisional de la causalidad, tendemos a alcanzar la identidad de los términos entre los cuales se efectúa, así como la permanencia de la ley que los une. Esto es también lo que atenúa de modo singular la tradicional dificultad del fundamento de la inducción, inclusive en su aspecto lógico: el espíritu pretende encontrar una *asimilación posible*, y desde el momento en que es posible la adopta hasta nueva orden, pues el espíritu no es suficientemente rico

1 Éste me parece ser el caso del método de "concordancia variada" que E. Goblot considera como el esquema más general de esta clase de investigaciones.

para tener con frecuencia la perplejidad de la elección. Recuérdese el desafío de Whewell. También aquí, como en otras materias, sigue siendo legítimo el adagio de Spinoza, aun cuando en un sentido un poco diferente del que se le atribuía generalmente: *Verum index sui.*

CAPÍTULO X

EL MÉTODO EXPERIMENTAL

Claude Bernard. - La tradición del laboratorio y las doctrinas filosóficas. - La epistemología contemporánea: la crítica de las ciencias. - La unidad del razonamiento. - La conceptualización de la naturaleza. - Los "leit-motive" de la hipótesis (Mach). - La crítica de las hipótesis. - La comprobación.

Con el estudio de las teorías de Whewell y de J. St. Mill hemos llegado casi al estado actual del problema técnico de la inducción, tal como el *Novum Organum* lo ha planteado a la filosofía moderna. De esta suerte se reduce a la constitución del plan común de investigaciones, según un método universalmente aceptado, *methodus ad filios,* que reclamaba también Descartes para realizar la colaboración de los espíritus y el progreso de los conocimientos humanos.

El esquema de este método comprende tres momentos fundamentales que serán sometidos luego a mayor precisión y detalle: observar, inventar, comprobar (lo que sigue siendo observar). El propio Mill, al criticar sus "cánones" en los casos infinitamente numerosos en que su aplicación queda dificultada por la "pluralidad de causas" y la "mezcla de efectos", ha recomendado como sucedáneo el método de hipótesis y de comprobación. El capítulo XI

del libro III de su *Lógica* se titula: "Del método deductivo", por el cual es indudable que hay que entender "hipotético-deductivo", por cuanto escribe lo siguiente en el párrafo 3º: "La comprobación es el tercer elemento esencial del método deductivo, sin el cual todos los resultados que puedan alcanzarse no tienen más valor que el de una simple conjetura". El capítulo XIV se titula: "De los límites en la explicación de las leyes de la naturaleza. De las hipótesis". En él se define claramente la hipótesis: "Toda suposición que hacemos, sea sin pruebas efectivas, sea a base de indicios cuya insuficiencia conocemos, con vistas a deducir de ellas las mayores y más amplias conclusiones posibles de acuerdo con los hechos reconocidos como reales, en la convicción de que si las conclusiones a que conduce la hipótesis son verdades indudables, la misma hipótesis tiene que ser verdadera o, por lo menos, tiene la probabilidad de serlo". Hay que agregar a ello los capítulos XVI, XVII y XVIII sobre las "leyes empíricas", es decir, las simples concomitancias, cuya razón de ser no se ve racionalmente, y sobre su comprobación mediante la probabilidad. Pero todo ello se halla tratado en dichos capítulos de una manera oblicua y secundaria, a pesar de las muchas concepciones penetrantes y a veces profundas. Mill se halla muy interesado en limitar los derechos de la hipótesis. En la idea que se hace de ella predomina una concepción muy particular, según la cual la hipótesis se refiere en general a la cuestión de saber *cuáles son* las leyes elementales que se suponen ya conocidas y que se combinan en un caso dado para producir cierto efecto. Esto se ve todavía mejor en lo que dice en el libro VI (sobre las ciencias sociales), capítulo IX, acerca del "método deductivo concreto" en sociología. Este método consiste en prever hipotéticamente los hechos mediante deducciones a partir de leyes simples, tales como las de la memoria, asociación, interés individual, diversamente combinadas, y en comprobar luego el resultado. Hay algo muy cartesiano en esta manera de pasar de los efectos a las causas.

La metodología de J. St. Mill se halla seriamente desacreditada a causa de estos errores, aun cuando todavía hoy sea muy provechoso leer su obra. Por el contrario, algunos de sus sucesores volvieron a adoptar, consciente o inconscientemente, la libertad preconizada por Whewell, siendo considerados así como los verdaderos legisladores del método experimental. Tal es en particular el caso de Claude Bernard en su *Introducción al estudio de la medicina experimental* [1] (1865). Esta obra es tan conocida en Francia que no insistiré sobre ella; en estas páginas me propongo solamente examinar algunos de los caracteres que me parecen interesantes desde el punto de vista dilucidado.

Claude Bernard pertenece a la tradición del laboratorio. Sus ideas se han desarrollado al contacto de los hechos y en el curso de las manipulaciones. El autor más citado es Magendie. Sus precursores directos son escritores como el médico suizo Zimmermann [2] o como el naturalista Senebier [3]. Con excepción de Bacon —a quien, por otro lado, cita más bien para criticar que para apoyarse en él—, parece desconocer a los demás metodologistas o filósofos. "En realidad, dice el propio Claude Bernard, estos procedimientos y métodos científicos sólo se aprenden en los laboratorios cuando el experimentador aborda los problemas de la naturaleza. Hacia ellos hay que encaminar los jóvenes. La erudición y la crítica científica son la herencia de la madurez, y sólo pueden dar frutos cuando se ha comenzado a iniciar-

1 Contemporánea de la 6ª edición de la *Lógica*, de J. St. Mill, corregida y aumentada (1866).

2 *Von der Erfahrhrung in der Arzneikunst*, 2 vols., Zurich, 1763 a 1767; trad. francesa: *De l'expérience en médicine*, 1774, reeditada en 1797 y 1820.

3 *L'art d'observer et de faire des expériences*, 1774; 2ª ed. muy aumentada, 3 vols., 1802.

se en la ciencia en su verdadero santuario, es decir, en el laboratorio. Para el experimentador, los procedimientos del razonamiento deben variar hasta lo infinito según las diversas ciencias... El espíritu del naturalista no es el del fisiólogo; el del químico no es el del físico... Sólo son preceptos útiles los que proceden y resultan de los detalles de una práctica experimental en una ciencia determinada. En esta *Introducción* he querido dar una idea tan precisa como fuera posible de la ciencia fisiológica y de la medicina experimental. Sin embargo, no tengo ni mucho menos la pretensión de creer que he proporcionado reglas y preceptos que deban seguirse de un modo riguroso y absoluto por un experimentador... He citado ejemplos de investigación, pero me he abstenido de dar explicaciones superfluas o de trazar una regla única y absoluta, pues creo que el papel de un maestro debe reducirse a mostrar claramente al alumno el objetivo que se propone la ciencia, así como indicarle todos los medios que puede tener a su disposición para alcanzarlo... Las ciencias avanzan solamente por las ideas nuevas y por el poder creador del espíritu" [1].

Hay en estos párrafos una mezcla de orgullo científico y de modestia dentro de la misma ciencia que no son enteramente justificados. Claude Bernard habla con severidad de los filósofos, a quienes, por otro lado, no conoce demasiado bien. "Cuando los filósofos como Bacon u otros más modernos, dice, han pretendido establecer una sistematización general de los preceptos destinados a la investigación científica, sus ideas han podido parecer seductoras a quienes sólo ven las ciencias a distancia. Pero tales obras no tienen ninguna utilidad para los verdaderos sabios y para los que quieran dedicarse al cultivo de las ciencias; los desvían por una falsa simplicidad de las cosas; llenan sus espíritus con

[1] *Introduction à l'étude de la médicine expérimentale,* III parte, cap. IV, págs. 394-396.

una gran cantidad de preceptos vagos o inaplicables que hay que apresurarse a olvidar si quiere entrarse en el recinto de la ciencia y convertirse en un verdadero experimentador [1]."

Como he indicado, Claude Bernard no quiere otra tradición que la del laboratorio. Pero ¿de qué está hecha esta tradición? En gran parte está hecha de filosofías anteriores que han desempeñado su papel en la educación de los jóvenes destinados a convertirse en los sabios de la época siguiente. De esta suerte y por el continuo advenimiento de nuevas generaciones se han incorporado las mencionadas filosofías al sentido común científico. Si el terreno de la ciencia es fecundo, se ha dicho más de una vez, es acaso porque es el cementerio donde descansan los cadáveres de los sistemas filosóficos. El atomismo ha sido una doctrina puramente filosófica y como tal ha sido criticada con frecuencia antes de ser absorbida por la físico-química a la cual ha inspirado. Las ideas de Leibniz sobre la continuidad han sido de gran utilidad para hacer brotar la idea de la jerarquía de la naturaleza y con ello la del transformismo. La crítica kantiana ha influído sobre los sabios mucho tiempo después de la muerte de Kant, en la generación que lo había estudiado en el Liceo o en la Universidad y que había leído en su juventud obras de vulgarización criticista o artículos de revista penetrados del espíritu de Kant.

Por otro lado, si Claude Bernard tiene evidentemente razón al decir que el buen método es aquel que "reprime al espíritu sin ahogarlo", reduce demasiado su propia influencia limitándola a la fisiología médica e, inclusive en este punto, no considerando su libro más que como una recopilación de ejemplos. Según una frase feliz de Bergson, su trabajo se ha convertido en el *Discurso del método* del

[1] *Introduction à l'étude de la médicine expérimentale,* p. 394. Claude Bernard ve un poco a Bacon a través de las diatribas de Joseph de Maistre: cf. cap. III de este libro.

siglo XIX [1], en el marco clásico del método experimental, no solamente en las ciencias de la naturaleza, sino también en la físico-química. Lo debe a la claridad con que ha puesto de relieve "la idea a priori", el espíritu de invención, pero también la confianza en el determinismo biológico, la fidelidad a los hechos, la libertad de espíritu que debe conservar el sabio inclusive con respecto a las nuevas concepciones por las cuales se siente lleno de entusiasmo, así como el respeto a la técnica de la comprobación y al papel desempeñado por la contraprueba (por ejemplo, el empleo de varios animales diversamente tratados en una misma experiencia). Por estos caracteres, Claude Bernard se aproxima al método combinado de J. St. Mill, hecha abstracción de los caracteres canónico y causal que en este último limitan su significación. Al subrayar vigorosamente el principio de que en el método experimental toda la parte de razonamiento propiamente dicho es del mismo tipo que el silogismo (en el sentido más amplio de este término), eliminaba toda una serie de pseudo-dificultades sobre la naturaleza del razonamiento inductivo. Se trata de un punto sobre el cual insistiré luego. Pero sobre todo y en su conjunto se halla, sin saberlo, muy próximo a Whewell, en particular por la función de primer plano concedida a la hipótesis y por la ausencia de toda limitación impuesta a ella anticipadamente. Ambos son apasionados defensores de la libre espontaneidad de la inteligencia. Por otro lado, Claude Bernard coincide con Whewell por haber visto perfectamente, como el filósofo inglés, la solidaridad del hecho con la teoría. En el citado *Discurso*, Bergson ha subrayado con energía este doble carácter y el enlace interno que lo explica. "Con demasiada frecuencia, dice, seguimos representándonos la experiencia como algo destinado a proporcionarnos hechos en bruto. Al apoderarse de estos hechos y al relacionarlos entre sí, la inteligencia ascendería según esta doctrina, hacia leyes cada vez más elevadas. Generalizar sería, pues, una función; observar, otra. Nada más falso que esta concepción del trabajo de síntesis; nada más peligroso para la ciencia y para la filosofía. Así se ha llegado a creer que había un interés científico en coleccionar los hechos porque sí, por el placer de reunirlos, en anotarlos perezosa e incluso pasivamente, esperando la aparición de un espíritu capaz de dominarlos y de someterlos a leyes. ¡Cómo si una observación científica no fuera siempre la respuesta a una cuestión, precisa o confusa! [1] ¡Cómo si las observaciones anotadas pasivamente unas detrás de otras fueran otra cosa que respuestas deshilvanadas planteadas al azar! ¡Cómo si el trabajo de generalización consistiera en encontrar ulteriormente un sentido plausible a este discurso incoherente! La verdad es que el discurso debe tener un sentido de continuidad; de lo contrario, no lo tendrá nunca más... La síntesis es menos una operación especial que cierta fuerza de pensamiento, la capacidad de penetrar en el interior de un hecho que se presume significativo y en el cual se encontrará la explicación de un número indefinido de hechos. En una palabra, el espíritu de síntesis no es más que una más elevada potencia del espíritu de análisis."

De la misma época procede el bosquejo de una obra desigual, en la cual pueden advertirse varios errores, pero sin dejar de reconocer que se trata de un libro original, notablemente documentado para su tiempo y que ha ejercido una influencia notable sobre la enseñanza de la metodología: la *Lógica de la hipótesis*, de Ernest Naville. En 1864 y en 1865 Naville profesó en la Universidad de Ginebra algunos cursos, redactados luego en forma de artículos publicados en la *Revue philosophique* de Ribot (1876-1877)

[1] *Discurso* pronunciado con motivo del centenario del nacimiento de Claude Bernard. Collège de France, 30 de diciembre de 1913.

[1] Cf. en Bacon la teoría de la "Tópica" científica. *De Dign.*, libro v, cap. III.

y completados y reunidos posteriormente en un volumen de la Biblioteca de filosofía contemporánea (1880) [1]. El perfil general del método experimental, su historia, el valor de la hipótesis, la psicología del inventor, las "condiciones de las hipótesis sólidas", los principios capitales de la ciencia se hallan expuestos en dicha obra con orden y lucidez. El libro va completado con respuestas a diversas objeciones. Ya no se halla al día, pero ha sido extraordinariamente útil para establecer el estado del problema y perfilar sus caracteres [2].

La técnica del método experimental ha sido objeto de un análisis crítico realizado por Ernesto Mach, profesor de física en la Universidad de Viena, desde su opúsculo de 1872: *Die Geschichte und die Wurzel des Satzes der Erhaltung der Arbeit,* incorporado posteriormente a su gran obra *Die Mechanik in ihrer Entwicklung* (1883), hasta la serie de trabajos contenidos en *Erkenntnis und Irrtum* (1905), que constituye uno de los estudios más sugestivos sobre la metodología de las ciencias. La psicología general es de un empirismo un poco simplista que recuerda en ocasiones a Condillac. Pero en todo lo que se refiere a la ciencia misma y a la historia de las ciencias la obra es de primera calidad. Es conveniente relacionarla con algunas de sus otras publicaciones, especialmente sus *Populärwissenschaftliche Vorlesungen,* dedicadas a William James, publicadas en inglés en 1895, y en alemán en 1896. Contienen, entre otros trabajos, su célebre comunicación de 1882 a la Academia de Ciencias de Viena sobre la *economía del pensamiento (Die oekonomische Natur der physikalischen Forschung),*

1 En 1895 apareció una segunda edición con un nuevo prefacio.

2 El título de la obra de Chevreul, *De la méthode a posteriori expérimentale et de la généralité de ses applications* (1870) constituye un testimonio del interés que despertaba entonces este problema. Pero el contenido de la obra responde muy deficientemente al mismo y no resulta útil más que para algunos puntos de detalle.

con diversos estudios técnicos que no son aquí de nuestra jurisdicción o que sólo indirectamente se relacionan con nuestro tema [1].

Dentro del mismo espíritu se halla todo el movimiento contemporáneo de crítica de las ciencias (prescindiendo de las filosofías propiamente dichas, como la de Boutroux) representado por los nombres de Henri Poincaré, Duhem, Milhaud, Le Roy, en Francia, Clifford y K. Pearson en Inglaterra, Enriques en Italia. Es sabido que se aproxima mucho al pragmatismo americano, y de ello he hablado ya un poco a propósito de la lucha sostenida entre la tradición newtoniana y la tradición de la hipótesis. Volveremos a referirnos a ello al hablar de la interpretación de la naturaleza y del "fundamento de la inducción". Por el momento me limitaré a mencionar la voluminosa *Logik* de Wundt (1ª edición, 1880-83; 3ª y última hecha en vida del autor, 1906-1908). El segundo volumen, que lleva el título un poco impugnable de *Logik der exakten Wissenschaften,* contiene cerca de trescientas páginas sobre el método experimental y sus formas particulares en física, química y biología [2]. Este estudio de la metodología especial ha sido proseguido activamente por los sabios contemporáneos. En este respecto hay que citar ante todo los dos volúmenes sobre *El método en las ciencias* (Colección científica dirigida por E. Borel, 1909 y 1911, ed. Alcan) donde

1 Existe una buena traducción francesa de la *Mecánica* de Mach, por E. Bertrand (1904) y un resumen de *El conocimiento y el error* por el Dr. Dufour, muy interesante a pesar de sus imperfecciones. Después de haber dado esta lección ha aparecido una obra valiosa: *La pensée d'Ernest Mach,* por Robert Bouvier, de Ginebra (1923).

2 La primera idea de una recopilación comparada de las metodologías especiales parece remontarse a Bain, *Logic,* 1870 (2ª ed. revisada, 1874; trad. francesa de Compayré, 1875). Esta obra sigue con mucha fidelidad las ideas de J. St. Mill y en muchos punto no hace más que reproducirlas en una forma más didáctica.

cada ciencia ha sido estudiada desde este punto de vista por uno de sus más conocidos representantes, y gran número de monografías epistemológicas en la "Biblioteca de filosofía científica", organizada por el Dr. G. Le Bon.

¿Qué novedad han aportado estas obras? La constitución de conjunto y, por decirlo así, la madurez del método experimental. En la historia que acabamos de recorrer hay un bello ejemplo de esta *evolución convergente* que se manifiesta en la mayor parte de los productos del espíritu. Se parte de grandes diferencias, de puntos de vista lejanos, de oposiciones diametrales para acortar gradualmente las distancias mediante oscilaciones cada vez menores y estabilizarse en las proximidades de una posición ideal concebida como la verdad misma. Descartes se halla más próximo a Bacon y Newton más próximo a Descartes que Nicolás de Cusa a Leonardo de Vinci. J. St. Mill se halla todavía más próximo a Whewell, a pesar de sus divergencias, que Descartes a Newton. Claude Bernard y Mach se hallan todavía más próximos. De este modo, la idea de permanencia se concilia con la de variación y el movimiento de la razón difiere del de la moda.

La epistemología contemporánea ha precisado o profundizado de esta suerte la idea del método experimental en los siguientes puntos:

1º *La unidad del razonamiento científico.* — No hay en el razonamiento dos tipos distintos de operaciones elementales, uno deductivo y otro inductivo, como se admitió generalmente hacia fines del siglo XIX y como todavía se afirma hoy con frecuencia. Según hemos indicado al comienzo de este libro, hay ciencias cuyo movimiento lógico general —la dirección del juego, como decía Poincaré —va de principios establecidos de una vez para siempre a sus consecuencias; hay otras, y éste es justamente el caso que nos ocupa, donde los principios no son más que hipótesis aceptadas provisionalmente y que han de ser oportunamente desechadas o mejoradas por un "movimiento de lanzadera" (Le Dantec) de acuerdo con sus consecuencias. Pero el razonamiento propiamente dicho, en tanto que serie de operaciones lógicas, sigue siendo el mismo en ambos casos. Puede distinguirse entre un método "deductivo", que es el de las matemáticas o de las partes matematizadas de la física, y un método "inductivo", que es el de las ciencias experimentales y, en cierta medida, el de las ciencias reconstructivas [1]. Pero no puede hablarse de un razonamiento inductivo paralelo y antitético al razonamiento deductivo. "El espíritu sólo tiene un modo de razonar, dice Claude Bernard, como el cuerpo sólo tiene un modo de andar... El matemático y el naturalista emplean la deducción; ambos razonan haciendo un silogismo. La única diferencia es que para el naturalista se trata de un silogismo cuya conclusión es dudosa y exige ser comprobada, por cuanto su principio es inconsciente... [2] Aunque quisiera, nuestro espíritu no podría razonar de otro modo" [3].

Por otro lado, esto está confirmado por la historia de las ciencias, en donde en varios casos se ve el paso del tipo descriptivo al tipo hipotético-deductivo y luego al tipo deductivo-categórico. En lo que se refiere a las matemáticas, este carácter ha sido subrayado en los libros de Milhaud sobre los *Orígenes de la ciencia griega* y en las *Etapas de la filosofía matemática*, de Brunschvicg. Además, Goblot había ya expuesto admirablemente desde 1898 lo

1 Es lo que ha hecho notar muy justamente Roustan en su artículo *Déduction et induction* (comunicación al Congreso de Bolonia, 1911), pero en términos que, a mi entender, no distinguen suficientemente entre las operaciones elementales y la dirección lógica, entre los principios y los fundamentos.

2 Es decir, no se presenta a nuestro espíritu con una *certidumbre* de la cual poseamos conciencia. Hay en el lenguaje de Claude Bernard muchos descuidos o impropiedades de este tipo. Pero el vigor de su pensamiento permite evitar las falsas interpretaciones.

3 *Introduction*, v parte, cap. II; 82, 83, 85.

que llama la "ley común del desarrollo de todas las ciencias" en la primera parte de su tesis sobre la *Clasificación de las ciencias*.

2º *La conceptualización o la "interpretación de la naturaleza"*. — Este procedimiento divide nuestra representación total, a beneficio de nuestros intereses intelectuales, en cuerpos determinados y en fenómenos unívocos e independientes. Digo unívocos para significar, por ejemplo, el hecho de la substitución de la antigua noción del *aire*, con sus variedades y sus propiedades por decirlo así caprichosas, por la noción de cierto número de gases, de tal modo que todo lo que lleve el mismo nombre tenga siempre las mismas propiedades. El nitrógeno no debe tener dos densidades; de lo contrario, uno de los dos cuerpos así llamados contiene *otra cosa* distinta del nitrógeno. Lo mismo ocurre con los fenómenos. La vaga idea que tenía Bacon de la "propagación del calor" y de sus determinaciones accidentales se conceptualiza en tres procesos distintos y fijos: la conductibilidad, la radiación, la convergencia. De este modo se extiende sobre toda la naturaleza una red de ideas que la asimilan al espíritu. Además, estas nociones corresponden a realidades cada vez más independientes. Hemos visto ya la importancia de esta disociación. Pero no ha sido dada al espíritu de una vez y completamente: "facienda est solutio et separatio, non per ignem certe, sed per mentem, tanquam per ignem divinum". Es la condición necesaria a los métodos de aislamiento, que se hallan en la base de la experimentación, a los métodos de eliminación que, como observaba ya Lesage, desempeñan un papel importantísimo en el razonamiento experimental y en la comprobación.

Se ha dicho que hay a la vez en esta conceptualización una división y una asimilación que deforman la realidad.

Pero ¿a qué se opone esta división?

¿A la naturaleza, tal como es percibida instintivamente

por el sentido común? Esa no se halla menos dividida y compartimentada, aunque menos inteligentemente. El lenguaje existe desde mucho tiempo antes que la ciencia propiamente dicha. "Mucho tiempo antes que las sabias dialécticas de un Platón y de un Aristóteles hubieran enseñado a investigar y buscar lo mismo bajo lo diverso, la vida había obligado al ser viviente a compendiar mil objetos individuales en una imagen genérica, a agrupar las cosas según las necesidades que satisfacen o las amenazas que expresan, a pesar de las diferencias de detalle. Estas exigencias de la vida sobreviven a las metafísicas antiguas [1]." El relámpago, el trueno, el fuego de San Telmo, la niebla se hallan separados y unidos por las nociones de carga y de descarga eléctricas. Y es precisamente la química la que nos ha revelado la comunidad existente entre la respiración y la combustión.

¿Se opone el parcelamiento a la naturaleza cartesiana y newtoniana, es decir, a la continuidad del movimiento, a la mecánica universal, a la solidaridad de todos los astros bajo la presión, la gravitación o la radiación? Pero esta solidaridad es, por el contrario, un producto conceptual de la ciencia, que se opone en ello a las apariencias comunes. ¿Se opone a la fluencia de las sensaciones? Pero esta fluencia no es más real que el mundo del físico, pues es completamente individual. Y lo real no es lo que percibe actualmente un determinado centro consciente, sino lo que es objetivo, válido para todos, permanente, y, por tanto, lo que trasciende al individuo. Sin contar que esta misma fluencia no es dada de modo inmediato a la conciencia y que tiene necesidad de replegarse sobre sí misma, frecuentemente con esfuerzo, para distinguirse de lo discontinuo que cree percibir. ¿Se opone, finalmente, a las

[1] Roustan, *Déduction et induction*, comunicación al Congreso de Bolonia (*Revue de Métaphysique et de Morale*, XIX, 519).

cosas en sí? Nada sabemos de su unidad ni de su discontinuidad. Y acaso se trate de una idea vacía fuera de los seres objetivos tal como los hemos definido.

Lo mismo ocurre con la asimilación. Sólo son dadas las muestras individuales y los estados pasajeros. ¿Qué se haría con un fósforo blanco que no se fundiera a la temperatura de 44º? La dificultad no se presenta en la mayor parte de casos; todo lo contrario. Esta identidad que busca nuestra razón y que, según algunos, debería ser rechazada, nos es proporcionada con toda generosidad por la experiencia. Hay especies animales sin enojosas transiciones del gato al perro. Y, por el contrario, es la nitidez y rectitud de esta división la que se presenta como un hecho necesitado de explicación. Hay especies químicas, y el científico se aleja cada vez más de la antigua inquietud que recordaba Leibniz al citar el título: *De infido experimentorum chemichorum successu*. Una clase natural es una clase que tiene propiedades constantes: "La generalidad consiste en la semejanza de las cosas singulares entre sí, y esta semejanza es una realidad" (*Nouveaux Essais*, III, cap. III). Pero allí donde podríamos vacilar, sabemos lo que hay que hacer. Si se presenta el caso del fósforo blanco, dice Poincaré, llegaremos a la conclusión de que existen dos cuerpos confundidos durante mucho tiempo con el nombre de "fósforo blanco" y que se distinguen por su punto de fusión. El problema consistirá entonces en averiguar cuáles son sus *demás* propiedades y la razón de esta diferencia. Es algo análogo a lo que se ha producido en el tartrato y el paratartrato de Pasteur, y la división no tenía, evidentemente, nada de arbitrario.

Queda para examinar la introducción de conceptos auxiliares francamente artificiales: conceptos-límites como el elemento de la corriente eléctrica, el cero absoluto; conceptos sintéticos que condensan un sistema de relaciones, como el potencial, la entropía, la molécula-gramo. Estos

conceptos representan una gran dificultad en la adquisición individual de la ciencia y han dado lugar a verdaderos abusos. Con respecto a ellos, más de un profesor se limita a repetir la célebre frase: "Seguid adelante; ya os vendrá la fe". Sin embargo, se trata de un defecto bastante limitado y que procede sobre todo del análisis matemático, pues estos conceptos participan del carácter instrumental y del papel intermediario que caracterizan un infinitamente pequeño algebraico o una cantidad imaginaria. Son, en cambio, bastante más raros en las ciencias concretas. Inclusive en física matemática conservan sólo momentáneamente este carácter de *ficción legal*: o bien se eliminan como los antiguos "equivalentes" químicos al ser substituídos por los pesos atómicos reales, o bien alcanzan lo concreto, como los tubos de fuerzas cuya materialización nos permiten ver ciertas experiencias. La ficción no tiene nada de ideal en la ciencia; se trata de un medio que utilizamos provisionalmente, tanto menos peligroso cuanto mayor conciencia tengamos de su naturaleza. El irrealismo que de ello resulta en ciertos casos no es una necesidad orgánica, sino un defecto que nos esforzamos en corregir [1].

3º Un tercer punto en el que Claude Bernard, Naville y Mach han desarrollado y precisado el método experimental consiste en *el análisis psicológico de la invención* de las hipótesis y la determinación de los principales *leitmotive* que la dirigen.

Los fenómenos son lógicos. "El principio del determinismo, dice Claude Bernard, elimina de la ciencia los fenómenos indeterminados o irracionales." Y cita el ejemplo

1 Sobre estos caracteres de la ciencia y su discusión véanse particularmente: A. Rey, *La théorie de la physique chez les physiciens contemporains* (1907); Darbon, *L'explication mécanique et le nominalisme* (1910); Meyerson, *De l'explication dans les sciences* (1921).

de la emulsión, por otro lado inexplicable, producida por la inyección de éter en el tubo digestivo de un perro en ayunas; el del veneno de sapo, mortal para las ranas o los pájaros e inofensivo para otros sapos [1]. Por *racionales* no hay que entender los hechos enteramente transparentes y perfectamente homogéneos con el pensamiento, como los que postula un idealismo filosófico absoluto (semejante identidad del espíritu y de su objeto no es más que un límite al cual se aspira, pero que no puede ser actual); hay que entender los hechos que no implican en su *devenir* la invasión de nuevos hechos irracionales. Recuerde el lector la ley de Curie: "Los consecuentes son por lo menos tan simétricos como los antecedentes". A veces lo son más. Lo desigual desemboca frecuentemente en lo igual; lo homogéneo no pasa nunca espontáneamente a lo heterogéneo. Los datos diferentes pueden producir el mismo resultado, pero los resultados diferentes suponen siempre datos diferentes. La disolución de las diversidades preexistentes es uno de los temas fundamentales de la naturaleza y de la razón. Pues uno de los objetivos de la ciencia consiste en asimilar el devenir de las cosas al movimiento del espíritu. Y los éxitos obtenidos ya en esta asimilación nos animan a proseguirla.

La analogía [2] es otro de estos *leimotive*. Algunas veces ha extraviado al espíritu humano (por ejemplo, en la re-

1 *Introduction*, págs. 313 y siguientes.

2 Acaso sea útil recordar aquí que la analogía científica no consiste en una semejanza cualquiera, sino en la existencia de una misma relación entre varios sistemas de términos que se corresponden uno a uno. El tipo de esta analogía es la fórmula $a : b :: c : d$, cuyo caso particular más importante es la proporción matemática $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$. A esta relación cuaternaria daba Aristóteles por excelencia el nombre de ἀναλογία.

presentación del Universo como una serie de mundos superpuestos y en relación mutua: planetas, metales, animales, plantas, órganos). Pero casi siempre ha servido para hacerlo progresar: Huyghens, analogía entre el sonido y la luz; Van t'Hoff, entre los gases y los cuerpos en disolución; Maxwell, entre la luz y la oscilación eléctrica. Toda la física atómica ha sido dirigida por concepciones de este tipo. En las ciencias naturales, Owen, Cuvier, Geoffroy Saint-Hilaire, Darwin la han empleado con fruto. La analogía llega inclusive a atravesar ciencias muy distintas. Petrovitch, profesor en la Universidad de Belgrado, ha escrito una *Mecánica de los fenómenos fundada en sus analogías* (1906) que ha desarrollado en otra obra titulada *Mecanismos comunes a los fenómenos dispares* (1921). La teoría es todavía un poco confusa, pero hay en ella un notable método analítico de los factores que desempeñan la misma función con relación a sistemas de fenómenos distintos: función de causa motriz, de resistencia, de terreno, de efecto secundario cuyo desenvolvimiento progresivo es un freno y acaba por detener y reducir a un estado de equilibrio el fenómeno fundamental, etc.

La continuidad sigue perteneciendo a estas ideas directrices. Sin que exista una norma absoluta ha sugerido muchos descubrimientos. Esta es precisamente la causa de que en la física contemporánea haya producido tanta sorpresa el resonante éxito del atomismo y de las hipótesis paradójicas, como la de los cuanta, que son disonancias con respecto al tono fundamental. La idea de continuidad en el tiempo ha incitado a buscar en todas partes ecuaciones diferenciales que han podido realizarse en gran número de casos. La idea de continuidad en el espacio consiste en admitir que, si A actúa sobre B, todo el medio interpuesto se halla en un estado diferente del que presentaría si A no actuara. De ahí la previsión del papel desempeñado por el dieléctrico en un condensador, del desdoblamiento de las ra-

yas del espectro en un campo magnético (fenómeno de Zeemann, anunciado por Lorentz), etc. La misma idea se aplica a la continuidad de las formas, ya sea de las formás físicas —luz, calor radiante, ondas hertzianas— o de las biológicas —de donde la hipótesis de la evolución, limitada aquí, sin embargo, por las mutaciones que verosímilmente recubren, como en muchos otros casos, una continuidad en la escala u orden inferior. La serie puede ser considerada como un caso particular de la continuidad, según ocurre en la tabla de cuerpos químicos compuesta en 1869 por Mendeleeff. En el interior de una regularidad que era imposible atribuir al azar, Mendeleeff presentaba lagunas que indicaban las posibilidades de efectuar nuevos descubrimientos que, por otro lado, han sido realizados.

Finalmente, la simplicidad y la unidad de las leyes naturales. Hay en ello un enérgico estimulante para el espíritu de invención, pero también una idea obscura. Parece que puede introducirse en ella alguna mayor claridad mediante la distinción cuidadosa de dos aspectos: uno de ellos, objetivo: el fondo de la naturaleza es conceptualmente simple; la complejidad procede solamente de la repetición indefinida y del entrecruzamiento de un número reducido de elementos y de las leyes que constituyen el alfabeto y la gramática de la naturaleza, y ello en virtud del contenido dado que la hace actual; —el otro, subjetivo: comprender equivale a reducir lo múltiple a lo uno, asimilar las cosas al espíritu y las cosas entre sí [1]. Todo progreso de la explicación (me refiero a la explicación y no al aumento del número de cosas que hay que explicar) es, pues, una simplificación. Descubrir una diversidad, un nuevo cuerpo, un nuevo fenómeno equivale a cargar la memoria, a inquietar a la razón y a plantear un problema. Son,

[1] Véase mi obra *La Dissolution opposée a l'Evolution*, cap. IV, 1ª sección.

como dice Poincaré, "huéspedes inesperados a quienes hay que dar alojamiento". Reducir un fenómeno a otro, encontrar uno o dos tipos de corpúsculos elementales que compondrían la variedad química y que permitirían reconstruirla mediante el razonamiento y el cálculo es descargar la memoria, disminuir la esfera de lo empírico y satisfacer la *razón constituyente*. Hay que comenzar siempre, pues, por avanzar en este sentido. Y como, de hecho, ello es muy posible, el éxito de esta necesidad subjetiva incita a admitir la hipótesis de su contrapartida objetiva en los casos todavía no investigados o no resueltos, por lo menos en la medida en que la necesidad de algo totalmente diverso en cuanto materia de conocimiento no obstaculice el desenvolvimiento infinito de este progreso. Pero ¿quién puede decir cuál es el mínimo necesario de esta diversidad?

Este problema es, por otro lado, uno de los más complejos y no puede ser tratado a fondo en este momento en que sólo me propongo dibujar a grandes rasgos los temas de investigación que dirigen y dominan el método experimental. Se había partido de una proposición muy de acuerdo con la filosofía clásica, seguida en este punto por la ciencia hasta fines del siglo XIX. Luego han sobrevenido algunas dudas; hacia 1900 ha irrumpido una notable corriente escéptica que luego parece haber disminuído. Es uno de los puntos en que nuestras ideas metodológicas tienen todavía algo de vacilante e inseguro. La cuestión ha sido examinada por Kirchoff en la introducción a sus *Lecciones sobre la física matemática*, y por Poincaré en *La ciencia y la hipótesis*, caps. IX y X. "En resumidas cuentas, concluye, nos hemos aproximado a la unidad. No se ha hecho tan rápidamente como se esperaba hace cincuenta años; no se ha tomado siempre el camino previsto, pero, en definitiva, se ha ganado mucho terreno."

IV. No basta imaginar hipótesis, sino que es necesario *criticarlas*. Esta crítica se ha presentado, según hemos

visto [1], como una especie de regla de juego, de disciplina corporativa en el tiempo en que la ciencia tenía un carácter ligeramente deportivo, en que los sabios se dirigían desafíos más o menos corteses. Actualmente ha tomado otro carácter: se presenta como el resumen de las condiciones indicadas por la experiencia para obtener el mejor rendimiento intelectual posible.

1º Toda hipótesis en sí es legítima, inclusive la hipótesis de una región del espacio en que la luz se propagaría en círculo o la que afirma la existencia de una civilización superior a la nuestra que habría reinado en la Atlántida veinte mil años antes de nuestra era. Pero sólo son hipótesis útiles las que constituyen una *idea experimental*, es decir, una concepción de tal índole que pueda ser comprobada por los hechos y a base de la cual pueda extraerse, mediante deducción rigurosa, la previsión de un hecho a cuya aparición ha de dar o no lugar un acontecimiento determinado [2]. Este aspecto de la cuestión ha sido perfectamente dilucidado por Peirce, especialmente en el artículo *What pragmatism is* (Monist, abril de 1905). Anteriormente lo había resumido en la célebre regla que lleva su nombre y que William James ha citado con frecuencia: "Consider what effects that might conceivably have practical bearings we conceive the object of our conceptions to have: then, our conception of these effects is the whole of our conception of the object" [3]. Aquí radica lo que hay de justo en la fórmula de Comte cuando exige "hipótesis

1 Véase cap. V de este libro.

2 La regla según la cual toda hipótesis física debe ser "representable" me parece una aplicación de esta idea más general.

3 Es difícil traducir literalmente esta fórmula. Puede vertirse libremente del siguiente modo: "Una concepción teórica no es más que la suma de todos los efectos observables que hace prever". Cf. Mario Calderoni, *La prévision dans la théorie de la connaissance* (Revue de Métaphysique et de Morale, 1907).

comprobables". Pero es necesario corregirla agregando que no hay ninguna hipótesis incomprobable *en sí*. Esta condición es siempre relativa a un estado determinado de la ciencia y cambia con este estado. Comte creía en la imposibilidad de la astronomía física, que el análisis espectral ha permitido constituir poco tiempo después. El calificativo de *metafísica* aplicado a una hipótesis no tiene ningún sentido preciso. Durante mucho tiempo se ha calificado de este modo la hipótesis de los átomos, y la manera como hablaba todavía de ella Hennequin en su obra del año 1895 constituye un magnífico ejemplo de las ilusiones que pueden forjarse un filósofo o un sabio por exceso de desconfianza crítica.

2º Una vez ha sido concebida una hipótesis como idea experimental, ¿hay que someterla directamente a la experiencia? Esto es indudable en ciertos casos. Pero no hay que hacerlo casi nunca: una experiencia es lenta, exige instrumentos, colaboración y a veces instalaciones o desplazamientos costosos. Habrá que proceder, pues, a un previo análisis intelectual que nos exima, si es posible, de trabajos y gastos inútiles.

La "experimentación mental" es uno de los grandes recursos de este estudio previo. Mach ha mostrado su fecundidad tomando como ejemplo a Galileo, el cual demostró *a priori*, que los cuerpos no *pueden* caer con una velocidad que sea función de su peso. En su *Psicología del razonamiento*, Rignano ha desarrollado esta idea, a la cual llega a reducir todas nuestras inferencias. Sea cual fuere la idea que se tenga de esta generalización, el valor e importancia del procedimiento no son dudosos.

En este sentido hay que entender la regla usual: "Una hipótesis debe ser conforme a la razón". Esto quiere decir que no solamente no debe implicar consecuencias contradictorias, sino que debe hallarse en armonía con la "razón

constituída", es decir, con todo el saber general en nombre del cual denunciamos en ciertas ideas la existencia de contradicciones internas. Finalmente, la hipótesis debe ser comparada con todos los hechos conocidos antes de proceder a la investigación de nuevos hechos. Hay que tener en cuenta, de todos modos, que algunos hechos que se dicen comprobados son a veces perfectamente imaginarios. A pesar de esto, pueden deducirse de esta regla dos interesantes aplicaciones: 1º cuando son posibles varias hipótesis es preferible seguir por el momento las consecuencias de la que contradice menos el conjunto de las leyes ya conocidas; 2º cuando se concibe una hipótesis es necesario documentarse antes de comprobarla materialmente con el fin de no volver a hacer lo que ya se ha realizado.

V. La *comprobación de la hipótesis* es la última etapa del método. En este momento la consideraré solamente desde el punto de vista del hecho. El principio será dilucidado separadamente. Semejante comprobación implica dos tipos generales, casi siempre combinados, como ocurre en el "método indirecto" de J. St. Mill.

1º El método negativo o de eliminación. Consiste en formar consciente y reflexivamente lo que puede llamarse el "campo de las hipótesis". Luego se excluyen las que resultan inadmisibles por las experiencias y por el estado general de las presuposiciones racionales y presuposiciones de hecho indudables (por ejemplo, el hecho de que la luz se propaga mucho más rápidamente que el sonido; el hecho de que atraviesa el vacío barométrico; el hecho de que el color azul tiene una longitud de onda más corta que el rojo, etc.).

A este método pertenece la técnica de la *contraprueba* prescrita con razón por Claude Bernard inclusive en los casos en que no parece necesaria *a priori,* pues el método consiste precisamente en hacer, por razones de principio, aquello que no parece necesario actualmente. A él pertenece asimismo la llamada *experiencia en blanco* o experiencia sin imprevistos, por la cual se hacen funcionar primero los aparatos en condiciones conocidas y sabiendo los resultados: por ejemplo, poniendo un termómetro en un recipiente de temperatura regulable; poniendo en los platillos de una balanza dos pesas iguales; calentando una primera vez el aparato de Marsh antes de introducir el cuerpo que haya que someter a experimentación, etc.

2º El método positivo, es decir, el que confirma la hipótesis por su éxito en los casos más diversos y más alejados, cualitativa o cuantitativamente, de los que han servido de punto de partida (*método de concordancia variada,* analizado a fondo por Goblot en su *Tratado de Lógica,* caps. XII y XIII). Así la comprobación de la hipótesis de la producción del sonido por el movimiento periódico se hace, desde el punto de vista cualitativo, mediante la rueda de Hooke, la sirena de Cagnard de Latour, la inscripción de un diapasón, las figuras de Lissajoux, etc. Un caso de este método —caso especial, pero muy frecuente— es la convergencia de los resultados numéricos obtenidos por caminos muy diferentes. Es lo que, por ejemplo, se produce con la medición del número de moléculas gaseosas contenidas en un volumen dado. Este número se deduce de la viscosidad del gas, del movimiento browniano, del azul del cielo, de los fenómenos de opalescencia, de la radiación de un recinto a temperatura constante, de la carga de los iones, de los fenómenos de radioactividad, etc. Y los números obtenidos de esta forma son "un milagro de concordancia" [1].

Estos dos métodos suponen que la hipótesis en cuestión "existe" ya, es decir, que es aceptable *per enumerationem simplicem,* que no ha experimentado fracaso en el orden de los hechos observados. Este carácter se relaciona con la "conceptualización" esencial que hemos analizado antes.

[1] Véase Perrin, *Les atomes,* cap. VIII y Conclusión.

No habría "peso atómico" si para el azufre se encontrara a veces 32, a veces 25, a veces 47. El pensamiento no comienza nunca en el vacío; sólo para existir implica un aliciente de generalidad y de realidad con respecto al cual es juzgado. Me parece esencial recordar esta condición para discutir las cuestiones del principio y del fundamento de la inducción que todavía nos falta examinar.

CAPITULO XI

LOS PRINCIPIOS DE LA INDUCCIÓN

Sentido del problema. - Fórmulas insuficientes de S'Gravesande y de Royer-Collard, de Kant y de Lachelier. El determinismo. Formación del campo de las hipótesis: el principio de eliminación. Regla de probabilidad. El principio normativo de toda inducción: obligación lógica y contraindicaciones.

En los capítulos anteriores hemos estudiado las operaciones lógicas efectuadas realmente por el método experimental, forma definitiva de la inducción, y las reglas técnicas que se han deducido poco a poco de su empleo. ¿En qué se basan? Como hemos indicado ya, el problema puede tener dos sentidos muy diferentes.

1º ¿A qué postulados deberíamos recurrir si se tratara de definir leyes de tal índole que esta forma de razonamiento no fuera más que una aplicación de las mismas? ¿Cuáles son, en el sentido propio de la palabra, los *principios*? Comprenderemos mucho mejor el sentido de esta cuestión si recurrimos, para dilucidarla, al paralelismo de las ciencias normativas. Se trata, en lógica, de la misma cuestión que la que se plantea en moral cuando, aceptando un conjunto de evidencias prácticas —por ejemplo, el valor superior de la sociabilidad opuesta al egoísmo, de la hon-

radez opuesta al engaño, del dominio de sí mismo opuesto a la brutalidad—, se pregunta si es posible encontrar un enunciado o un número reducido de enunciados fundamentales que resuman y contengan implícitamente todos los casos de este género, que hagan comprender la unidad, por lo menos relativa, cuyo sentimiento dan estos valores, que permitan deducir esos casos mismos por el hecho de condensar todo lo que hay de específico en ellos. En una nota al prefacio de su *Crítica de la razón práctica*, Kant se jactaba de haber descubierto una nueva fórmula de la moralidad y negaba al mismo tiempo que con ello hubiera otorgado a las obligaciones morales una simple nueva certidumbre o que hubiera rectificado una falsa concepción de las mismas. De un modo análogo, los "principios" de referencia no pretenden dar ninguna justificación ni un suplemento de justificación a los hechos lógicos a propósito de los cuales han sido evocados; por el contrario, contendrán en sí mismos todo su valor desde el punto de vista del asentimiento, y podrán sólo, a este respecto, servir para aclarar los casos dudosos que constituyen siempre una sombra cada vez más incierta alrededor de los puntos luminosos.

2º ¿De dónde procede —y esta es cuestión muy distinta— la confianza que tenemos en nuestros procedimientos de inducción? Es decir: ¿dónde se halla, por una parte, su fuente? ¿en qué aserciones entre las que pueden construirse de un modo más o menos perfecto dentro de un sistema hipotético-deductivo? Y, por otra parte, si es posible saberlo, ¿por qué son esas aserciones las que nos parecen precisamente verdaderas? Si nuestra confianza vacila, ¿podemos, mediante el razonamiento, confirmarla o, por el contrario, podemos hacer más hondo nuestro escepticismo? Es el problema del *fundamento* de la inducción. Ambos han sido insuficientemente distinguidos y, en particular, han sido tratados como una sola cuestión en la célebre tesis de

Jules Lachelier que lleva este título. Vamos a intentar, por lo pronto, separarlos, y, si es posible, aclarar un poco la cuestión de los *principios*. Pues no se trata de la construcción de un sistema filosófico, sino de una investigación tan positiva como la de los principios lógicos del cálculo infinitesimal, pero de una investigación que sólo puede llegar a un resultado satisfactorio, en el que puedan concordar todos los espíritus, mediante rectificaciones sucesivas y un aumento gradual de precisión.

En ciertos pasajes de su obra, J. St. Mill ha visto muy claramente este aspecto del problema. Su solución provisional —que coincide con la de muchos lógicos, inclusive con la de los no empiristas— consiste en admitir que este prines el "principio de causalidad" [1]. "La validez de todos los métodos inductivos depende de la suposición de que todo suceso, de que el comienzo de todo fenómeno debe tener una causa, un antecedente, a cuya existencia sigue invariable e incondicionalmente este fenómeno" (III, XXI, 1). El principio de causalidad es "la raíz de toda la teoría de la inducción". Postulemos esta regla y sólo tendremos necesidad de aplicarla para inducir. La idea mencionada es muy corriente. Continuamente se oye decir por filósofos que pertenecen a las escuelas más diversas desde el punto de vista de su concepción de la razón, que la deducción tiene por principio la identidad [2], y la inducción, la causalidad.

1 Digo provisional, pues como, según Mill, el principio de causalidad se basa en una inducción por enumeración simple, el problema lógico consistiría en formular un *principio* de aquélla. Si, por otro lado, como hace también Mill, se intenta *justificar* el principio de causalidad mediante una larga costumbre del individuo y una tradición de la humanidad que se pierde en los tiempos prehistóricos, la cuestión no se refiere ya al principio, sino al fundamento.

2 Los lógicos contemporáneos —entre ellos Peano y Bertrand Russell— han hecho ver claramente que el principio de identidad no es más que *uno* de los principios de la deducción, completamente insuficiente por sí mismo.

Pero este principio queda derruído ante dos consideraciones. La primera es la de que, como hemos visto, hay otras muchas formas de inducción además de la causal [1]; la segunda es la de que es falso decir que todo acontecimiento tiene una causa y sólo una. Esto es verdadero únicamente en el sentido de que muchos fenómenos tienen prácticamente una clave que nos es posible alcanzar, y de que, por otro lado, todo cambio es siempre la consecuencia de otro cambio, pero no específico e invariable ni susceptible de ser designado, en la mayor parte de casos, mediante un término único. Mas los hechos que no dominamos son numerosos, ya sea porque sus "causas" son complejas, es decir, porque dependen de un conjunto de antecedentes ninguno de los cuales es suficiente, o bien porque son substituibles y porque el efecto, sin diferir para nosotros, es producido alternativamente por una u otra de dichas causas.

Con frecuencia habían los mismos escoceses y eclécticos postulado este principio de causalidad. Pero en ellos se encuentra un ensayo de fórmula más amplia cuyo enunciado se remonta al físico holandés S'Gravesande (*Introducción a la filosofía,* 1737): "El universo está regido por leyes generales y constantes". En su resumen de Reid, Royer-Collard ha dado una excelente fórmula, bien analizada, de este enunciado: "El principio de inducción se basa en dos juicios: el universo se halla gobernado por leyes estables; el universo se halla regido por leyes generales. Del primero se sigue que, conocidas en un solo punto del tiempo, las leyes de la naturaleza son válidas para todos los tiempos; del segundo que, conocidas en un solo caso, lo son en todos los casos iguales" (Royer-Collard, *Fragments philosophiques,* curso de 1812-1813, ed. Schimberg, pág. 63). Por "leyes estables" hay que entender consignas elementales, que permanecen fijas e invariablemente respetadas; por "leyes generales" hay que entender proposiciones universales (en el sentido lógico de esta expresión), proposiciones que se aplican distributivamente a géneros y no a individuos (e inclusive debe subentenderse a géneros de bastante extensión).

[1] Véase el cap. IX.

En el seno mismo de la escuela esta fórmula ha sido rigurosamente criticada por Waddington: "Esto quiere decir, objeta, que la naturaleza está sometida a leyes. No quiere decir otra cosa. Ahora bien, con esta premisa mayor el lógico no puede demostrar la verdad de una sola ley. ¿O se considerará como un razonamiento válido el sofisma siguiente: la naturaleza está sometida a leyes; algunos cuerpos han caído; por tanto, la ley de todos los cuerpos consiste en caer?" (*Ensayos de Lógica,* pág. 245).

Podría decirse: las leyes son generales y estables; la relación que he comprobado es una ley; por tanto, esta relación es general y estable. Pero una de dos: o *ley,* en la premisa menor, significa ley verdadera, y no sólo relación constantemente observada, sino regla que ordena a los hechos al modo de una idea platónica, de uno de los "párrafos" de la legislación divina (cosa que no he podido comprobar), o bien significa relación constante, dentro de los límites de la experiencia, entre clases de fenómenos homónimos. Para evitar, pues, que haya un *quaternio terminorum* es necesario darle el mismo sentido en la premisa mayor. Ésta significará, por tanto: toda relación comprobada hasta la fecha en la experiencia entre clases de fenómenos homónimos es general y estable. Y esto sería pedir demasiado, pues bajo esta forma es evidentemente inadmisible. Sólo será verdad cuando las clases en cuestión hayan sido bien constituídas y cuando los casos observados sean numerosos y variados. Pero raramente se cumplen estas condiciones. Por ejemplo, no se cumplen en la llamada ley del antiperístasis: *Augetur vis agentis per oppositionem contrarii*: el fuego es más vivo y calienta más cuando hace frío (porque la chimenea tira más); una bujía brilla más en la obscuridad

(efecto subjetivo de contraste); una creencia se hace más ardiente cuando es combatida (relativamente, pues hay también efectos de sugestión o de intimidación). Por tanto, no se puede decir de un modo general que toda relación constante, entendida de este modo, ha de ser considerada como universal. Pues, ¿qué es un *buen* concepto? ¿Cuándo son suficientes el número y la calidad de los ejemplos? Aquí radica todo el problema.

En su *Fundamento de la inducción,* Lachelier ha criticado esta fórmula, pero no en tanto que *principio.* Ha pedido *con qué derecho* sostenía el espíritu la estabilidad y la generalidad de las leyes [1]. ¿Se trata de una evidencia inmediata? ¿Se trata de la experiencia de la causalidad en nosotros mismos? Sus críticas son muy justas en cuanto a las dudas que se formulan contra este punto de partida aceptado categóricamente. Pero lo que consideramos aquí es otro problema. Inclusive admitiendo por hipótesis el principio de que se trata, sería *insuficiente,* y, según se entendiera de una manera o de otra, implicaría generalizaciones evidentemente falsas o no implicaría generalizaciones que nos son dadas como legítimas.

Prosiguiendo el desarrollo de una idea bosquejada en la *Crítica del juicio,* el propio Lachelier ha propuesto la célebre teoría de los dos principios: causas eficientes y causas finales. No dice expresamente si es a título de principio o de demostración, o más bien reúne esos dos caracteres generalizando las condiciones del problema. Pues después de haber enunciado las dos fórmulas que son para él la base de la inducción, agrega: "Son esas dos leyes las que se trata de establecer mostrando que, si no existieran, no sería posible el pensamiento humano". Se trata, pues, de postulados de tal

[1] Pues un *principio* o, si se quiere, un postulado no tiene necesidad de poseer por sí mismo una certidumbre asertórica. Basta que sea lógicamente posible y que todo el conjunto de proposiciones consideradas se deduzca de él necesariamente.

índole que: 1º la inducción quede legitimada por ellos; 2º, de un modo más general, que todo pensamiento los suponga (lo que los justificará en la medida en que tengamos fe en el pensamiento humano). Por otro lado, hay que entender sin duda por la expresión "todo pensamiento", todo pensamiento que tenga por objeto una naturaleza física, pues no parece que Lachelier esté dispuesto a invocarlos en el dominio matemático, como lo haría un Augusto Comte.

Estas dos leyes son:

1º "Todo fenómeno se halla contenido en una serie en donde la existencia de cada término determina la del término siguiente." Es el principio de las *causas eficientes.* 2º "Todo fenómeno se halla comprendido en un sistema en donde la idea de la totalidad determina la existencia de las partes". Es el principio de las *causas finales.*

La inducción supone, pues, lógicamente, como condición necesaria y suficiente, un doble sistema de determinación. El primero es riguroso; el segundo comprende una esfera contingente, aproximadamente como supone Claude Bernard. El primero es necesario: es, en efecto, evidente que si cualquiera pudiera producir cualquier cosa (Hume) no habría ninguna previsión posible, ningún medio para distinguir entre lo *real* y lo *imaginario.* La ilusión se reconoce por su carácter ilógico y contradictorio. Dentro de la exuberancia de nuestras impresiones, sólo es considerado como físicamente real lo que se coordena. Pero si esta condición es necesaria, es también insuficiente, pues un determinismo sin directivas generales podría engendrar indefinidamente nuevas cosas. Tal es el caso para la serie de los decimales de π. El universo sería un gran mecanismo y nada más. "El mundo de Epicuro antes del choque de los átomos no nos da más que una débil idea del grado de disolución a que el mundo, en virtud de su propio mecanismo, podría reducirse en cualquier momento" (*Fund. de la ind.,* pág. 71). Dicho de una forma más moderna, si el mundo no tuviera más

que una regularidad estadística, ¿por qué no habrían de producirse mañana mismo las combinaciones necesarias, determinadas mecánicamente, que conducirían al caos? Esta combinación es muy poco probable, pero es exactamente tan probable como la que se producirá de hecho.

Es necesario, pues, para que pueda funcionar nuestro pensamiento, un segundo principio de orden, "una segunda unidad que sea respecto a la materia de los fenómenos lo que la materia es a su forma" (77). "Es necesario, en una palabra, que la naturaleza sea sometida a la ley de las causas finales" (79). Como Kant, Lachelier define la belleza por la finalidad interna. Esta segunda ley podrá, pues, escribirse bajo esta forma: el universo tiene el mismo género de inteligibilidad que una obra de arte. Y anticipándose al *pancalismo* dice: "La única verdad sólida y digna de este nombre, es la belleza" (83).

Dejemos de lado la grandiosa metafísica basada en ello y consideremos solamente los principios desde el punto de vista lógico. ¿Responden a lo que reclama la inducción?

El primero es necesario. Parece posible, por lo pronto, lanzarse a la investigación del determinismo sin saber si existe o no [1]. La experiencia, se alegará, va a decidir sobre este pnto. Pero la idea de *experiencia* (y no solamente de observación y de comprobación) supone por sí misma el determinismo, pues sin ello no puedo extraer ninguna conclusión lógica de que seguirá habiendo determinación por el hecho de que la ha habido. Por tanto, debo postular como mínimo que he de esperar esa continuación y no considerar en las previsiones una ruptura del vínculo o encadenamiento lógico de las cosas, o la intervención de una potencia caprichosa. Pero si esta constancia es supuesta evidentemente por nuestra actitud inductiva, no basta para contenerla implícitamente. Sobre este particular hay que dar forzosamente la razón a Lachelier. En cuanto al segundo principio, es demasiado extenso en algunos puntos y, al mismo tiempo, insuficiente en otros. Es demasiado extenso, porque hacemos inducciones en geometría y en astronomía sin suponer ninguna finalidad en las relaciones que consideran estas ciencias. Mas aún: es justamente mediante la eliminación de toda consideración de finalidad, inclusive interna, que se ha constituído la ciencia. Por lo tanto, ello equivaldría a postular más de lo que realmente se utiliza, y estos postulados no servirían más que para eliminar las perplejidades procedentes de una excesiva complejidad de los elementos hipotéticos directamente dotados de determinismo. Mas, por otro lado, ello equivale en este último caso a pedir *menos* de lo que es necesario, pues al faltar la visión sintética de la totalidad no puedo saber si *tal* regularidad observada es o no una marca del orden estético universal. Por ejemplo, ¿habrá que concluir que las especies son fijas en virtud de la observación unida a un finalismo como el de Agassiz, o habrá que decidirse por la evolución de las especies al considerar la belleza de la naturaleza al remontarse desde la roca al pensamiento?

En el fondo hay una íntima relación entre este sistema de los dos principios y la fórmula de Royer-Collard. Las leyes son estables: he aquí el mecanismo. Las leyes son generales, es decir, aplicables a todos los seres homónimos, generadores de especies constantes: he aquí el finalismo reducido a un mínimo. Hay, además, la idea de que el pensamiento no puede existir sin estas dos condiciones, cosa que no es, desde luego, evidente. Pero en tanto que principios lógicos se hallan precisamente sometidos a la misma dificultad. Por otro lado, se encuentra el mismo error en la fórmula común a varios autores contemporáneos, enunciada entre otras obras en la *Lógica* de Benno Erdmann: "Las

1 Véase en la *Nota complementaria* al final de este volumen una teoría según la cual el principio del determinismo no es indispensable para la inducción por enumeración simple.

mismas causas producen los mismos efectos; las mismas causas se reproducen". Consideremos la causa en su más amplio sentido, como conjunto de cualesquiera circunstancias o condiciones. Queda en pie la pregunta siguiente: ¿cuáles son los conjuntos que se reproducen? ¿Se reproducirá el sistema que ha dado origen a una nevada el pasado miércoles? ¿Se reproducirá todos los años el día 22 de marzo? No puedo responder a la primera pregunta. Respondo negativamente a la segunda. En cambio, afirmo que se reproducirá el sistema que hace florecer los árboles en primavera. Ahora bien, lo que distingue ambos tipos de sistemas no queda enunciado en dichas fórmulas. Lo esencial consiste en elegir una buena conceptualización.

Parece, pues, que hay que renunciar a encontrar un principio suficiente de la inducción mediante una fórmula que enuncie cierta estructura causal del universo. Solamente pueden enunciarse condiciones de esta estructura sin las cuales la inducción sería imposible. Pero puede intentarse una solución de este problema en otra dirección.

La inducción es el método experimental. Ahora bien, todo el método experimental procede, de hecho, mediante construcción hipotético-deductiva y mediante comprobación de las consecuencias últimas en que desemboca esta construcción. De ello resulta un primer postulado completamente necesario: la coexistencia, en el mismo plano del discurso, de la deducción y de la inducción. Sólo tenemos el derecho de inducir cuando tenemos el derecho de deducir y cuando podríamos hacerlo con datos más completos o con una potencia intelectual e instrumentos lógicos más perfectos. De modo inverso, siempre que podemos deducir podemos también inducir. Este es inclusive el camino que, por lo general, sigue la ciencia, como lo ha observado Euler a propósito de la teoría de los números en su memoria *De Inductione ad plenam certitudinem evehenda*, y como ha sido confirmado por numerosos nuevos ejemplos en los trabajos contemporáneos sobre la historia de las matemáticas, especialmente los realizados por Gaston Milhaud y León Brunschvicg.

Nuestro primer postulado sería, pues, el siguiente: "Hay una naturaleza cuyos fenómenos —que serán el objeto de la ciencia experimental— son susceptibles de deducción a partir de cada estado" [1], pues esta ciencia solamente puede establecerse cuando hay lugar para un paralelismo entre el movimiento libre del pensamiento y la producción de los fenómenos sensibles, para una asimilación de las cosas con el espíritu. Las propiedades geométricas son el tipo y el tema fundamental de esta correspondencia que, en un caso límite, llegaría hasta la identidad. Pero solamente en un caso límite, pues prácticamente permanece siempre una desviación procedente de la complejidad de los fenómenos y del carácter inexacto de la percepción sensible, así como la necesidad de *datos*, que ya no intervendrán sino en bloque en el curso de la deducción, pero que le proporcionarán un contenido.

Este primer principio podría caracterizarse como el *principio de la deductibilidad*. Me parece que contiene todo lo que otorgaba su eficacia al principio de mecanismo establecido por Lachelier.

Pero esto no basta para el detalle del razonamiento experimental. Éste puede, en efecto, adoptar dos formas: una negativa y otra positiva.

I. La forma más corriente es la negativa. Se constituye el *campo* de las hipótesis posibles en el estado actual de la ciencia. Se excluye cierto número de ellas hasta que solamente queda una contra la cual no puede decirse nada decisivo por concordar con todos los hechos conocidos.

[1] A partir de cada estado y no a partir de una no existencia de datos o a partir de lo absoluto. En ello se distingue este principio del principio de inteligibilidad universal del idealismo radical. Véase la última lección de este curso.

Por consiguiente, se conserva esta hipótesis hasta nueva orden. En este caso no hay nada nuevo desde el punto de vista lógico: el principio que interviene aquí es el de la eliminación y el del razonamiento apagógico: *Lo falso no se deduce de lo verdadero,* todo lo que tiene consecuencias falsas es falso —principio riguroso que postula el razonamiento en cualquier caso y que, por consiguiente, no produce por sí mismo ninguna perplejidad ni duda [1].

Pero ¿no es infinito este *campo* de las hipótesis? Teóricamente puede siempre alegarse ignorancia y preguntarse si no existe otra hipótesis en la que nadie haya pensado [2]. De hecho, el procedimiento demostrativo por eliminación aparece incesantemente en la historia de las ciencias. Hemos visto ya, al tratar de la teoría de Lesage, las razones teóricas o pragmáticas que le otorgan su eficacia. A veces se trata de una alternativa: ¿gira el Sol alrededor de la Tierra o la Tierra alrededor del Sol? ¿Son o no son los rayos catódicos una emisión de partículas materiales? ¿Poseen las plantas un modo peculiar de reproducción o la realizan igual que los animales? A veces el número de agentes a los que puede referirse un fenómeno se halla físicamente limitado: los cuerpos electrizados se descargan cuando se colocan encima de una lámpara de gas encendida. ¿Es debido al calor? ¿Es debido a la ionización de los gases? El fenómeno desaparece si los gases han atravesado una tela metálica caliente en contacto con el suelo; persiste si son enfriados en un tubo mal conductor. Se ha demostrado, pues, que la descarga es debida a la ionización. Finalmente —y éste es el caso más frecuente— la situación científica

[1] Véase en la *Nota complementaria,* I, el análisis, realizado por Nicod, de las condiciones necesarias para que pueda aplicarse *in abstracto* el método de eliminación.

[2] Campbell ha hecho observar ingeniosamente que el número de hipótesis posibles no podía ser infinito, pues una hipótesis —dice— no puede componerse más que de nuestros conceptos, que son finitos.

llega a enfrentar entre sí a dos o tres proposiciones entrelas cuales hay que decidirse buscando en los hechos lo que pueda eliminar a alguna de ellas y conservando la que parece admisible. Por ejemplo, en la discusión sobre el origen de la vida a partir de líquidos esterilizados, en el conflicto entre partidarios de las especies fijas y transformistas, en el conflicto entre los partidarios de la presión, de la emisión y de la ondulación. No hay duda de que en este último caso la eliminación de las dos primeras hipótesis ha sido utilísima para el progreso de la ciencia, aunque la última, una vez admitida, haya tenido que someterse a ulteriores correcciones. En resumen, es preciso elegir, no sin posibilidades de error, pero debe hacerse a menos de pretender permanecer en un estado de estancamiento mucho más enojoso que el error mismo. El riesgo no es una falta ni una falta de consideración para el espíritu. El proceso del razonamiento queda aquí bien definido y vinculado a un principio indudable, que puede considerarse como una especie de "deber intelectual".

Las dificultades lógicas son de orden práctico. Sobre todo proceden de los dos hechos siguientes: 1º, la experiencia no condena jamás una hipótesis única, sino un conjunto de presuposiciones. Habrá, pues, casos en los cuales será necesario preguntarse cuál es la presuposición que debe cambiarse. Pero se trata, ciertamente, de casos excepcionales. Habitualmente no hay ningún equívoco en la investigación científica: las resistencias son de una magnitud incomparable y se ve, por ejemplo, sin ambigüedad dónde salta el plomo. 2º, cuando la experiencia condena una hipótesis puede ocurrir que lo haga en la forma precisa en que ha sido formulada, pero que una ligera modificación sea suficiente para restablecer su acuerdo con los hechos. Es así que en la investigación de una curva destinada a representar la marcha de un fenómeno, una función inadmisible podrá introducirse de nuevo mediante una li-

gera *variación* de su forma o de sus coeficientes. Lo mismo ocurre cuando se descarta, en virtud de una falsa consecuencia, una hipótesis que contiene determinaciones de este género. Pero se trata entonces de dificultades de aplicación, de imposibilidades encontradas en ciertos casos, las cuales dejan subsistir evidentemente en gran número de otros casos la eficacia del principio de eliminación. El silogismo no deja de ser una regla válida y fundamental de nuestro pensamiento por el hecho de que los universales sean frecuentemente aproximados. Si digo: el hierro dulce no conserva el magnetismo; los núcleos de los electro-imanes son de hierro dulce; por tanto, no conservan el magnetismo, este razonamiento no resultará falso o viciado por el hecho de que haya siempre algunos residuos.

La fórmula precedente es, pues, perfectamente válida, pero puede ser ampliada y en ciertos respectos precisada. En lugar de excluir radicalmente una parte del *campo* de las hipótesis, podemos considerar las que están comprendidas en él como posibles, pero muy improbables, lo que nos lanza, muy verosímilmente, sobre la hipótesis restante. Es lo que hacemos constantemente en la vida cotidiana. Por ejemplo, confiamos en la indicación de un reloj que marcha bien si consideramos completamente improbable que alguien se haya entretenido en cambiarle la hora durante nuestra ausencia. Del mismo modo, en las experiencias de Abramowski sobre la telepatía experimental, la hipótesis de una comunicación del pensamiento resulta muy probable por el hecho de que la otra única hipótesis posible sería la coincidencia fortuita, y de que la probabilidad de esta coincidencia no sólo es muy pequeña, sino que, gracias al dispositivo adoptado para los ensayos, puede ser medida exactamente y reducida con el tiempo al mínimo [1]. Enun-

[1] Sobre este aspecto del método inductivo véase Darbon, *L'explication mécanique et le nominalisme*, 2ª parte, cap. II: "La inducción y el cálculo de probabilidades".

ciaremos, pues, mejor nuestro segundo principio adoptando la siguiente fórmula más general: "La probabilidad de una hipótesis es el complemento $(1-p)$ de la *probabilidad* (p) de que los hechos observados se produzcan si esa hipótesis resulta falsa". Este enunciado comprende, evidentemente, el principio de eliminación como un caso particular. Pues en el caso de que dispongamos de un *campo* de hipótesis perfectamente determinado, si admitimos el *principio de deducción* y si n-1 hipótesis son infinitamente improbables, la probabilidad de la última es 1-0, es decir, la certidumbre.

Hemos de llamar la atención sobre el hecho de que este enunciado sólo es aplicable cuando la hipótesis en cuestión ya "existe", en el sentido anteriormente definido. Quiero decir que debe enunciar, en el caso de probabilidades *a posteriori*, una causa posible (en el sentido amplio que tiene la palabra causa en los cálculos de esta naturaleza), de tal suerte que si esta causa existiera produciría *seguramente* el efecto en cuestión. En el caso de que esta producción misma fuera solamente probable, habría que comparar también esta probabilidad con la de la producción por las demás causas posibles. Tal es el caso en el ejemplo, frecuentemente citado, que han dado Laplace y posteriormente Cournot. Si vemos la palabra *Constantinopla* o *Alejandro* no tenemos ninguna duda de que esta palabra ha sido escrita por un ser inteligente y que no ha sido formada sin intención por una serie de letras echadas al azar. No es que pueda decirse: "Un ser inteligente escribe siempre *Constantinopla*", sino que la probabilidad de que lo escriba (aunque no pueda ser calculada) es evidentemente mucho mayor que la probabilidad $\left(\frac{1}{24}\right)^{14}$ que resultaría de la combinación fortuita de las letras. De donde el *Sexto principio* de Laplace: "La probabilidad de existencia de una cualquiera de las causas es una fracción cuyo numerador es la probabilidad del suceso que resulta de esta

causa, y el denominador la suma de probabilidades semejantes relativas a todas las causas" [1]. Pero éste no es, como se ha dicho algunas veces, el principio de toda aplicación del cálculo de probabilidades a la inducción, pues hemos visto ya y veremos luego otras aplicaciones independientes de este principio, el cual se refiere a las "causas" más bien que a las hipótesis propiamente dichas.

II. El razonamiento experimental adopa la forma positiva. La hipótesis es *comprobada* en un determinado caso nuevo; en virtud de la acumulación de estas comprobaciones se concluye que es verdadera "per enumerationem simplicem, ubi non invenitur instantia contradictoria". Esta forma de pensar no es, desde luego, despreciable, pues se halla en la base de la eliminación misma, que supone clases de seres ya formados e hipótesis ya constituídas relativamente a estas clases. Precisa tener en cuenta que la inducción y la conceptualización son una y la misma cosa: formarse la idea del agua consiste en esperar que siempre que se vea cierto aspecto brillante, unido a cierto contacto frío y húmedo, se encontrará también el carácter de liquidez, una ligera viscosidad, capacidad de disolver gran número de cuerpos, de extinguir el fuego; luego, congelación, ebullición, etc. [2]. Enunciar un concepto es formular

[1] En su *Lógica* (III, XVIII, 5), J. St. Mill facilita un enunciado equivalente aunque formulado de manera distinta. Desde luego, lo atribuye a Laplace. Frecuentemente es llamado regla de Bayes (Véase, por ejemplo, Cournot, *Théorie des Chances*, cap. VIII). Dice que esta regla es "atribuída a Bayes" y Cournot remite al lector a las *Philosophical Transactions* de 1763, pág. 370. Esta referencia hace mención, en realidad, a la primera página de un artículo de Richard Price que contiene una memoria póstuma de Bayes sobre las probabilidades. Pero no he podido encontrar en ella la regla en cuestión. Cf. también Darbon, *L'explication mécanique*, pág. 140.

[2] Véase en el capítulo VI de este libro el comentario sobre la 3ª regla de Newton.

una ley de concomitancia que vincula entre sí un haz de acciones eventuales. El juicio es el gran constructor de las ideas, y Whewell ha mostrado más que nadie la "circulación" que se establece por su acción entre las "ideas" y los "hechos".

Por consiguiente, ¿debe considerarse como un tercer principio elemental de la inducción, al lado del determinismo deductivo y de la eliminación por improbabilidad, la regla según la cual todo lo que ha transcurrido siempre de cierta manera —es decir, aquello cuya concomitancia o sucesión ha sido siempre observada— seguirá transcurriendo igualmente en el futuro? Los lógicos han retrocedido ante este postulado, evidentemente falso. Bastante conocido es el ejemplo de los cisnes negros, y el del príncipe siamés de que habla Leibniz, negándose a creer que el agua se endurecía a veces tanto en Francia durante el invierno que se podía andar sobre ella.

Pero esto parece obedecer al hecho de que ha querido darse del principio de la *enumeración simple* un enunciado de *comprobación* que afirme un carácter de las cosas. Si se adopta francamente el punto de vista normativo, que es el de la lógica y el de la metodología (cosa que no es siempre advertida), puede, a mi entender, resolverse esta dificultad. Por tanto, diremos:

"En ausencia de toda indicación contraria *debe* juzgarse que lo que ha transcurrido siempre según cierta ley seguirá transcurriendo del mismo modo". Por "ley" entiendo una relación susceptible de enunciación entre conceptos; por "indicación contraria" entiendo la consecuencia cierta o muy probable de otra verdad ya admitida, o bien la presencia de fenómenos análogos anteriormente conocidos y en los cuales se ha comprobado una variación. Así, para los casos precedentes, la existencia de numerosos pájaros de la misma especie y de diferentes colores; el hecho observado (inclusive en Siam) de que el plomo, la cera,

etc., se hallan en estado líquido cuando están sometidos a una temperatura elevada y se endurecen al enfriarse.

Detengámonos un momento sobre el carácter de este principio. No enuncia un hecho, sino una norma para el pensar sin garantías de éxito en todos los casos; sin embargo, es "razonable" seguirla y no lamentar haberlo hecho inclusive en las aplicaciones consideradas luego como falsas. Los antiguos han hecho bien en creer en la inmutabilidad del cielo de las estrellas fijas en tanto no tuvieron indicios de una alteración de los astros. La flogística, en el estado de los conocimientos de Stahl, era una hipótesis excelente [1]. Lo que afirmamos es relativo a lo que sabemos [2]; lo que luego se encontrará materialmente falso puede, en una fase dada del conocimiento, ser la tesis que es nuestro *deber lógico* adoptar como la más verosímil. Es sin duda en esta situación cuando se precisa más el carácter propio de la inducción amplificadora, que utiliza las mismas operaciones elementales que la deducción apodíctica, pero que no puede reducirse a ésta en tanto que conducta intelectual. Ambas constituyen, como hemos visto al referirnos a Claude Bernard, dos "marchas" diferentes de una misma función del espíritu.

1 Véase Meyerson, *De l'explication dans les sciences,* II, 402 y passim.

2 "La probabilidad es relativa en parte a esta ignorancia, en parte a nuestros conocimientos". Laplace, *Essai philosophique sur ler probabilités,* cap. I. "The probability of an event is not a quality of the event itself, but a mere name for the degree of ground which we, or some one else, have for expecting it. The probability of an event to one person is a different thing from the probability of the same event to another or to the same person after he has acquired additional evidence". J. St. Mill, *System of Logic,* III, XVIII, 1. Cfr. también en Boole, *Laws of thought,* cap. XVI, un principio introducido en el cálculo de probabilidades por el astrónomo Donkin y relativo a la variación de la probabilidad consecutiva a la variación de una parte de la información que poseemos sobre la materia estudiada.

De este tercer principio puede extraerse un corolario que es de aplicación frecuente: "Cuando algunos fenómenos de un mismo género se dividen en dos o varias especies sin que pueda asignarse a cada una de ellas su condición determinante, *debe* presumirse, hasta aparecer un síntoma contrario, que la frecuencia de cada una de ellas seguirá siendo en lo sucesivo la que ha sido en el pasado". Pues esta frecuencia —si se ha manifestado constante— es una relación observada, una ley según la cual han pasado las cosas.

Esta regla es la que sobreentendemos habitualmente en nuestros juicios de "probabilidad", dando a esta palabra un sentido un poco distinto del que hemos considerado antes, y en el cual predominaba la idea de verosimilitud. La probabilidad numérica, en tanto que se distingue del azar, es la relación entre el número total de miembros de una clase (denominador) y el número de individuos pertenecintes a una de las especies de esta clase, especie que tenemos una razón cualquiera para considerar (numerador). Se presenta, pues, como una fracción propiamente dicha, perfectamente determinada cuando las clases que intervienen son conocidas y finitas (o inclusive infinitas cuando se trata de clases suficientemente homogéneas). Será por ejemplo, $\frac{1}{2}$ para rojo o negro en un juego de naipes o para las clases de puntos de caída posibles contenidos en dos sectores de un mismo círculo, uno de 30º y otro de 60º; $\frac{27142}{85161}$, o sea aproximadamente $\frac{32}{100}$ para los juicios invalidados por los

Esta idea ha sido desarrollada, en lo que se refiere a la inducción, en el reciente *Treatise of probability*, de J. M. Keynes (1921), que acaba de aparecer, pero que no conocía todavía cuando se dió este curso. Contiene un estudio importante y dilatado de las relaciones existentes entre la probabilidad, la inducción y la inferencia estadística. Véase también la obra de J. Nicod, *Le problème logique de l'induction,* así como la nota complementaria al final del presente volumen.

tribunales de apelación entre 1830 y 1840, según uno de los cuadros reproducidos por Cournot en su *Théorie des chances et des probabilités*. Si tal relación ha sido dada *a posteriori* como fija o como casi fija en las comprobaciones realizadas, debemos suponerla constante en virtud de dicho corolario. Por ejemplo, al sacar sucesivamente cartas de un paquete en el que no conozco la proporción de las de color rojo, observaré una probabilidad del rojo que oscilará cada vez más estrechamente alrededor de 1/3; a partir del momento en que se aproximará a esta cifra tendremos el derecho (o, mejor dicho, el *deber*) de tomar nota de la proporción y, por tanto, de inducir y admitir que hay en la "naturaleza" que constituye este paquete de cartas una proporción de 1/3 de rojas por 2/3 de negras.

Al decir "a partir del momento en que se aproximará a esta cifra", se hace intervenir lo que se llama la ley de los grandes números. Algunos autores, especialmente Poincaré, han formulado dudas sobre la *validez* de esta ley. Los matemáticos, dice Poincaré, tienen la costumbre de considerarla como una comprobación experimental, y los experimentadores como un teorema matemático. Examinaremos de nuevo este problema desde el punto de vista de la certidumbre de la ley: es un problema de *fundamento*. Desde el punto de vista adoptado de los *principios*, es necesario inscribirla de una manera u otra. Es lo que hemos intentado hacer en la fórmula de que se trata. La aplicación supondrá solamente que *en ciertos casos* la curva de la probabilidad, tal como ha sido definida, tiende hacia una posición de equilibrio. Podría transformarse fácilmente esta condición en un fenómeno físico (por ejemplo, cogiendo una balanza muy estabilizada y poniendo un gramo en el platillo derecho cuando sale una carta negra, y un gramo en el izquierdo cuando sale una carta roja). La aproximación del fiel a su posición de equilibrio y, finalmente, su detención en un ángulo mínimo marcarían la existencia

de un hecho definido y observable. Algo análogo ocurre con las experiencias de física donde para obtener un número se efectúan series de medidas semejantes bastante repetidas para que de cada serie resulte separadamente el mismo término medio.

Examinemos nuevamente el tercer principio. Parece también suficiente para un método especial de comprobación bien conocido y que en el cap. X hemos subrayado desde el punto de vista de la técnica: el éxito de la hipótesis en los casos más alejados (ya sea en calidad o en orden de magnitud) de los casos iniciales que le han dado origen. Podríamos componer con ello un cuarto principio, pues buscamos solamente una colección de postulados de tal índole que nuestra conducta lógica inductiva sea la aplicación de los mismos.

Pero me parece que ello no es necesario.

En efecto, se tiene conciencia de deducir obscuramente esta regla de una consideración más general. Se suele decir: no es verosímil que una idea falsa tenga tantas consecuencias verdaderas diversas; no es posible creer que hayamos encontrado solamente casos favorables a la hipótesis si es que no todos son favorables.

¿Qué quiere decir esto? A mi entender, quiere decir que la *contraindicación* más común que detenga la generalización es el carácter regional de las relaciones observadas. Toda cualidad de la especie no es cualidad del género. Esto es un resultado de la experiencia, una inhibición intelectual adquirida. La crítica no es natural. El movimiento espontáneo, después de haber observado un individuo, consiste, por el contrario, en ampliar sus caracteres a todo un género bajo el cual el individuo es subsumido; todos los italianos son presuntuosos al hablar, todas las imágenes son visuales, todos los fenómenos sociales resultan de las condiciones económicas. Según el punto donde sa haya llegado en la conceptualización, la clase elegida será más o menos vasta.

El lenguaje pesa mucho en esta elección. El interés que despierta una determinada clase interviene igualmente en ella.

La experiencia ha desmentido en gran número de casos estas ampliaciones apresuradas. De ello se ha deducido la regla metódica (de tan difícil cumplimiento para la mayor parte de los hombres): no extender la generalización, cuando todas las cosas son iguales, más que a la especie más limitada o al género próximo, si la unidad experimental es la especie, como hemos visto ya en el primer capítulo de este libro. Pero si se encuentra la misma relación en especies muy alejadas se *elimina* la objeción. Entonces se recobra el derecho común y se amplía la clase con relación a la cual se ejerce legítimamente la presunción de generalidad. Es un caso de lo que Goblot llama con un nombre expresivo *método de concordancia variada*. Y como así se determinan una clase y subclases entre las cuales se divide el carácter observado, se podrá considerar la frecuencia de este éxito como una relación constante y, por tanto, como la medida razonable de una relación-probabilidad en el sentido definido antes, a la cual tendremos el derecho de aplicar entonces el cálculo de acuerdo con las condiciones numéricas de los diferentes casos.

Éstos me parecen ser, en el estado actual de nuestros conocimientos sobre el funcionamiento práctico de nuestro razonamiento inductivo y experimental, los *principios* que bastaría admitir para que nuestra "marcha" intelectual apareciera como su consecuencia. No ignoro que todavía serían necesarias muchas investigaciones para establecerlos con un rigor absolutamente satisfactorio y para determinar en los diversos casos sus condiciones de utilización y sus límites [1]. Pero en el punto en que nos encontramos lo

[1] Acaso podría también reducirse su número no postulando la deductibilidad (o el determinismo) más que en la medida en que se halla implicada por el tercer principio, especial de la inducción.

esencial es acaso precisar la naturaleza del problema. Para terminar, haré observar solamente que las inducciones experimentales de la ciencia no se hacen en el vacío, y, por consiguiente, no constituyen casi nunca una aplicación inmediata de estos principios, sino, por el contrario, una aplicación mediata y lejana, guiada por una multitud de deducciones y experiencias anteriores que, al mismo tiempo, proceden de la incorporación de experiencias más antiguas aunque no sea más, como lo han mostrado los análisis de Whewell, que por el juego de los conceptos que las integran. Y Decartes hacía observar ya que cada una de las verdades descubiertas se convierte en una norma para el descubrimiento de otras. Es por ello que se explica la inducción a base de una sola experiencia, en la cual Reid, Royer-Collard y muchos otros metodologistas posteriores han creído ver un procedimiento racional fundamental y que Liebig pretendía convertir en objeción decisiva contra la inducción baconiana [1]. "Conocidas en un solo caso, decía Royer-Collard, las leyes de la naturaleza son conocidas en todos los casos particulares perfectamente semejantes... Una sola sucesión bien comprobada se convierte en una posición eminente, en un lugar elevado, en una torre desde cuya altura el espíritu abarca una multitud de acontecimientos en un tiempo ilimitado" (*Fragments philosophiques*, págs. 63 y 64). En realidad, sólo se ha atribuído a este género de inducción una gran importancia debido

[1] El P. Sortais, que renueva esta objeción de Liebig contra Bacon, cita también la opinión concordante de Fonsegrive y observa que ésta ha sido la doctrina de "todos los lógicos anteriores a Bacon que han seguido a Aristóteles", especialmente de Keckermann y de Melanchton (*La philosophie moderne*, I, 374). El carácter secundario y derivado de la inducción a base de un solo ejemplo ha sido demostrado con gran precisión por Nicod (Véase la nota complementaria al final de este volumen). Pero considera la opinión contraria como un "pensamiento orgulloso" de los sabios cuando, como se puede advertir, es una tradición netamente filosófica.

a que no se tenía en cuenta el estado general de la ciencia que la hace posible (lo que, sin embargo, Hume había observado del modo más preciso). Esto es, por ejemplo, lo que ocurre cuando un caso elimina, sin que subsista duda razonable para ello, una de las partes de una alternativa en discusión, o la determinación de una constante numérica conocida como tal y dejada hasta entonces en blanco (como el calor específico o el peso atómico de un nuevo cuerpo). Semejantes observaciones sólo son legítimas cuando se hacen en una ciencia muy avanzada y se sitúan, por consiguiente, lejos de los principios elementales.

CAPÍTULO XII

EL FUNDAMENTO DE LA INDUCCIÓN

El problema de la "garantía". — La respuesta se halla en el problema. — C. S. Peirce: la significación de la experiencia. Carácter primitivo de la generalidad. — La asimilación como ley de la razón constituyente. — Asimilación y disolución.

En el capítulo anterior hemos estudiado o, mejor dicho, hemos investigado cuáles podían ser los *principios* de la inducción, y hemos admitido tres de ellos (excluyendo, desde luego, los del razonamiento en general, que nos son igualmente necesarios, particularmente el principio de eliminación): el principio de deductibilidad, el principio de las probabilidades complementarias y el principio de universalización. Pero estos *principios* no son los *fundamentos*, pues no se imponen de ningún modo por sí mismos a nuestro espíritu. Los hemos deducido como hemos podido de los casos de inducción considerados como legítimos e irrebatibles. Sabemos que se prestan a objeciones y que habrá sin duda que revisarlos más de una vez antes de darles una forma satisfactoria y relativamente estable, como la que tienen los principios de contradicción o del tercero excluído. No son ellos los que otorgan su seguridad y certidumbre a los razonamientos experimentales de un

Ampère o de un Pasteur; por el contrario, lo reciben de ellos por mediación de los "axiomas medios" y con frecuencia un poco vagos que constituyen la sabiduría de los laboratorios: "Las mismas causas producen los mismos efectos" o "El principio del determinismo rechaza los hechos indeterminados o irracionales" [1]. En una palabra, se trata de hipótesis sobre la unidad y sobre la sistematización lógica de ciertas operaciones que realizamos espontáneamente, algunas de las cuales no se han puesto en duda más que por los teóricos que ejercen sobre semejantes actos intelectuales una reflexión de segundo grado.

¿Cuál es la fuente de nuestra confianza y cómo hay que restablecerla si el escepticismo la hace vacilar? Tal es la cuestión del *fundamento,* es decir, de lo *bien fundado* de la inducción. Quizás no es tan espinosa como se cree habitualmente cuando se distingue con precisión de la precedente.

Generalmente se parte de la idea de que todo pensamiento relativo a la naturaleza es esencialmente una comprobación. Ahora bien, lo que se comprueba es lo actual. Sólo conocemos, pues, lo presente, y, por el recuerdo presente, lo pasado. Por una parte, no podemos asegurar sin reservas que el futuro se parecerá al pasado; como hemos visto, numerosos ejemplos nos advierten que la generalización espontánea es casi siempre ilegítima. Por otra, no encontramos en nuestra *razón constituída* ningún axioma que sea a la vez de una evidencia absoluta y suficiente para legitimar las anticipaciones científicas. La inquietud se apodera de nosotros, y buscamos, como suele decirse en tales casos, *garantías*. ¿Qué nos *garantiza* que mañana el plomo seguirá fundiéndose a la temperatura de 335°?

La respuesta se halla en la misma pregunta. ¿Tiene sentido? Si se contesta que *no* lo tiene, es inútil detenerse en ello. Si tiene sentido, la inducción es considerada por regla general como legítima (aunque una determinada inducción particular pueda ser inexacta, como, por lo demás, admite todo el mundo). Pues la misma idea de *plomo* y la idea de que mañana habrá todavía plomo suponen la permanencia de los enlaces establecidos por nuestra anterior experiencia entre las propidades físico-químicas que constituyen el plomo. Para que *mañana* tenga sentido es preciso admitir que el Sol no haya desaparecido y que la Tierra siga dando vueltas alrededor de su eje. Para que 335° signifique algo hay que atenerse de derecho a la validez de la física y de las matemáticas. Por consiguiente, no podemos elegir más que entre la admisión del proceso inductivo o un escepticismo absoluto que suprima todo pensamiento. Y no habría que decir solamente todo pensamiento respecto al porvenir, pues, salvo para la memoria inmediata, el mismo conocimiento del pasado supone el valor de nuestras generalizaciones y la existencia del determinismo deductivo, aun cuando se reduzca en sus aplicaciones a ciertas esferas o a ciertos límites. Como se ha observado desde hace mucho tiempo, no habría historia si se supusiera que las leyes generales de la naturaleza física o de la naturaleza humana no eran en tiempos de Pericles lo que son actualmente. Y la misma noción de *garantía* implica realidades permanentes, exigencias definidas que deberá cumplir un determinado orden de acción.

Lo que permanece inteligible en la cuestión que hemos tomado como tipo es, pues, sólo el saber si, de hecho, las cifras termométricas de fusión forman una clase fija y bien definida y no una clase generalmente inestable o mal definida. Y esto puede, en efecto, ponerse en duda sin caer en lo absurdo. Pero entonces la respuesta pertenece a la técnica y, como hemos visto, es de carácter afirmativo. Una vez convertida en regla fundamental la legitimidad

[1] Claude Bernard, *Introduction,* pág. 313. Apenas hay necesidad de observar que la palabra "principio" se emplea aquí en otro sentido.

de ciertas inducciones, "la experiencia nos enseña en qué medida podemos confiar en la experiencia".

Hasta ahora hemos considerado sobre todo la permanencia y la generalidad con relación a las clases. Pero ni el problema ni la solución difieren si consideramos directamente los procedimientos del método experimental y la comprobación de las leyes. Hemos visto en diversas ocasiones, en el curso de nuestro estudio de la técnica, que las clases de seres, los hechos y las leyes eran aspectos distintos de un mismo orden intelectual y, con frecuencia, aspectos intercambiables.

"Dígame, pregunta un interlocutor imaginario a C. S. Peirce, cómo una experiencia puede en sí misma revelar algo más que lo siguiente: ¿ha ocurrido tal día tal suceso a tal objeto particular, y, ulteriormente, tal otro suceso también particular?"

"Usted habla, responde, de una experiencia en sí misma, *an experiment in itself*, e insiste en este *en sí misma*. Usted se representa evidentemente cada experiencia como aislada de todas las demás. Por ejemplo, juraría que no se le ha ocurrido que toda serie solidaria de experiencias constituye una única experiencia colectiva. ¿Cuáles son los ingredientes esenciales de una experiencia? En primer lugar, naturalmente, un experimentador de carne y hueso. En segundo término, una hipótesis comprobable, es decir, una aserción relativa al universo que se halla en torno del experimentador o referente a una parte bien determinada de este universo, y que no haga más que afirmar o negar alguna posibilidad o imposibilidad de experiencia. El tercer ingrediente indispensable es una duda sincera en el espíritu del experimentador en cuanto a la verdad de su hipótesis. Dejemos de lado diversos ingredientes sobre los cuales no tenemos necesidad de insistir —el objeto, el plan, la decisión— y llegamos al acto por el cual el experimentador elige ciertos objetos identificables para operar sobre ellos. Tiene lugar después el acto exterior (o casi exterior) por el cual modifica sus objetos. Viene inmediatamente la reacción subsecuente del mundo sobre el experimentador en forma de percepción. Finalmente, aparece el hecho de reconocer lo que le ha enseñado su experiencia. Por un lado, las dos partes principales del suceso mismo son la acción y la reacción. Mas, por otro, la unidad esencial de la experiencia reside en su finalidad y en su plan, los cuales hemos dejado rápidamente de lado en nuestra enumeración.

Dicho de otra manera: al representarse el pragmaticismo como algo que hace consistir la significación racional de una teoría en una experiencia (*experiment*), de la cual habla usted como de un acontecimiento pasado, se equivoca usted radicalmente sobre su actitud espiritual. Nosotros hacemos consistir la significación racional de la experiencia en un fenómeno experimental y no en una experiencia en tanto que única. Cuando un experimentador habla de un fenómeno como "el fenómeno de Hall", el "fenómeno de Zeemann" y su modificación, "el fenómeno de Michelson" o el llamado "fenómeno del tablero de ajedrez", no concibe un determinado suceso particular que le ha ocurrido a un determinado individuo en el pasado muerto, sino algo que *acontecerá* con toda seguridad en el viviente futuro a todo el que se sitúe en ciertas condiciones. El fenómeno consiste en el hecho de que si un experimentador actúa según un plan que tiene en el espíritu, se producirá algo que aplastará la duda de los escépticos como el fuego celeste que cae sobre el altar de Elías" [1].

Para el pensamiento científico lo primitivo son la clase y la ley. Ello corresponde perfectamente, desde el punto de vista psicológico, a lo que hemos observado al estudiar

[1] Ch. S. Peirce, *What pragmatism is. The Monist*, abril de 1905, páginas 172-173. Cf. el pasaje del discurso de H. Bergson sobre Claude Bernard citado en el capítulo X.

la cuestión del principio de la inducción. Mach habla también de la *Wucherung des Vorstellungslebens,* de la vida exuberante de las representaciones, que se traduce en un aumento de hipótesis entre las cuales elegirá la razón. Hay algo análogo en las doctrinas religiosas, pues se encuentra en este respecto la misma comprobación en dos escritores tan diferentes por sus creencias, por su formación científica y por su método como Guignebert y Edouard Le Roy. "La génesis de un dogma cualquiera, dice este último, ha seguido siempre el mismo camino, ha presentado siempre las mismas fases... En un comienzo, ensayos de teorías relativas a los hechos religiosos, a las misteriosas realidades vividas por el pueblo cristiano en su creencia práctica. Luego, los dogmas para condenar algunas de estas tentativas... Esos se limitan a pronunciar un *veto,* a declarar: tal opinión, tal teoría, tal sistema no convienen —sin indicar nunca por qué no deben ser aceptados y cuáles deben substituirles... Desde el punto de vista estrictamente intelectual, los dogmas no tienen otro sentido que el prohibitivo y negativo a que me he referido [1]." Y el autor de *El Cristianismo antiguo* escribe: "La mayor parte de los dogmas han quedado fijados en virtud de negaciones y anatemas. La opinión que prevalece y se sostiene es por definición la que no es condenada o la contradictoria de la que se rechaza". [2]

Lo que es considerado como verdadero no es, pues, una generalización posterior a la experiencia de las cosas singulares, sino lo que permanece, después de la crítica, del carácter de generalidad que implica la percepción y a través

[1] Ed. Le Roy, *Qu'est-ce qu'un dogme?* págs. 22-23. "Desde el punto de vista estrictamente intelectual", porque el dogma tiene otra función, que es la de determinar cierta actitud para la acción, de proporcionar una orientación a la conducta.

[2] Ch. Guignebert, *Le Christianisne antique,* págs. 197-198.

del cual aprehendemos como significativos los cambios elementales de nuestros estados de conciencia. *Es este carácter el que es verdaderamente de derecho, salvo un motivo contrario de desconfianza,* en virtud de la tendencia fundamental del espíritu a la universalidad. Descartes tenía razón en este punto: no hay otro método para alcanzar la certidumbre más que el de suspender provisionalmente todos nuestros pensamientos y admitir luego, uno tras otro, los que no ofrezcan ninguna razón especial de sospecha. Este método es sin duda arriesgado desde el punto de vista psicológico. Con él se puede producir una especie de vértigo negativo que no se detenga más que hasta la disolución de todo pensamiento. Se *olvida* que se trata de suprimir aquello en que hay razones para no creer y se buscan razones extrínsecas en favor de lo que no es discutible ni dudoso. Un magnífico ejemplo de este arrebato se encuentra en la frase célebre y tan profundamente falsa de Pascal sobre el "verdadero método que establecería las demostraciones en su más alta excelencia —si fuera posible llegar a ella— y que consistiría en definir todos los términos y en demostrar todas las proposiciones", excelencia de tal índole que, al no poder alcanzarla, "los hombres se encuentran en una impotencia natural e inmutable de tratar cualquiera de las ciencias dentro de un orden ya establecido", de modo que si nuestras premisas contienen, a pesar de ello, alguna verdad se debe a que "la naturaleza las sostiene a falta del discurso" [1]. ¡Como si el "discurso", la definición y la demostración poseyeran por sí mismos alguna fuerza de verdad! ¡Como si no fueran instrumentos, remedios para la confusión de las ideas o la incertidumbre

[1] Pascal, *Espíritu geométrico. Pensamientos,* ed. Brunschvicg, págs. 165, 167, 168. Afortunadamente, el mismo Pascal no se ha atenido a esta exigencia cuyas consecuencias pesimistas le seducían, y después de afirmar que el orden de la geometría "es en verdad inferior (a aquel otro orden) por ser menos convincente" (168), agrega luego, des-

de las proposiciones, *medios de transporte,* como había admirablemente visto Descartes, que acarrean la claridad o la necesidad!

Con este mismo estado de espíritu hay que relacionar indudablemente la fórmula hegeliana tan frecuentemente repetida y de la cual tanto se ha abusado: "La filosofía no admite supuestos". Puede, en efecto, experimentarse respecto al conocimiento esa especie de enfermedad de la duda, según la cual unos no dejan subsistir nada y otros formulan arbitrariamente aserciones que están lejos de figurar entre las más ciertas. Hay en ello algo análogo al estado de abulia y al de parabulia. Resistir a ello es una cuestión de discipina mental parecida al hecho de resistir la tentación de abrir sin razón las cartas que se escriben para asegurarse de que no se ha puesto ninguna en el sobre que corresponde a otra. La única diferencia es que esta duda no es, en general, el efecto de un estado físico. Se debe a un entrenamiento sobre todo verbal, procedente de los hábitos adquiridos. El medio de corregirlo será, pues, reflexionar en las condiciones mismas del pensamiento y en lo que le proporciona existencia, según hemos intentado hacer antes. La misma apariencia de problema y la misma ilusión surgen, por otro lado, cuando se especula sobre el "fundamento de la moral". Es otro caso instructivo del paralelismo de las ciencias normativas [2].

prendiéndose de esta pesadilla: "Por lo cual se ve que la geometría no puede definir los objetos ni probar los principios, pero por la única y *ventajosa* razón de que unos y otros son de una extremada claridad natural que *convence* a la razón más poderosamente que el discurso" (175).

[2] Véase en la *Revue de Métaphysique et de Morale* (Enero de 1907) mi artículo titulado: "Sur une fausse exigence de la raison dans la méthode des sciences morales", así como mi obra *Lectures sur la philosophie des sciencies,* cap. V, § 100 y 101.

Siguiendo en el punto de vista del *fundamento* podría plantearse aquí el problema de saber a qué se vincula nuestro asentimiento de un modo *directo* en los razonamientos donde interviene la probabilidad. No es dudoso que en este respecto conserve toda su fuerza el análisis de Hume, y que lo que, ante todo, decida el juicio sea el *hábito* o la asociación de ideas, más o menos fuerte, que resulta del vaivén entre los casos favorables o desfavorables que se han experimentado anteriormente. En el segundo grado de reflexión interviene *la idea de la ley de los grandes números,* que es también —prescindiendo de lo que se ha dicho demasiado espiritualmente de ella— el objeto de una experiencia directa, sobre todo a la larga y con ayuda de la tradición social y del lenguaje, cuyo poder es tan considerable (sin hablar de la herencia, dudosa en materia de operaciones psicológicas tan complejas). Por tanto, si debe realizarse un acto que se repita con frecuencia, se obrará, naturalmente, de acuerdo con el "tercer principio". Por ejemplo, un médico obligado a cuidar una enfermedad para la cual cierto tratamiento ha tenido éxito en un noventa por ciento de los casos, aplicará este tratamiento siempre que las circunstancias no faciliten indicación contraria, y esperará curar de este modo el noventa por ciento de sus enfermos. El fundamento de la creencia en este caso no difiere más que en complejidad de los casos antes considerados. Hay, sin embargo, una situación más espinosa, la de los llamados *actos aleatorios, pero únicos o raros;* los que no se cumplen más que una vez en la vida o un número demasiado reducido de veces para que pueda confiarse en un término medio. ¿A qué es debido que, inclusive entonces, los hombres sigan obrando según la probabilidad (me refiero a la probabilidad-cociente) a menos que no confíen en su "buen olfato" o en su "suerte"? Imaginemos la distribución de un juego de naipes entre 52 jugadores sin mostrarles las cartas. Supongamos que se pida

a uno de ellos o a cada uno de ellos que apueste en favor o en contra del hecho de que tenga la J de trébol. No hay duda alguna de que sería absurdo apostar *a favor* de ello, y semejante absurdo es inmediatamente experimentado como tal. ¿Cuál es la causa? Psicológicamente proviene, al parecer, de dos fuentes diferentes, una espontánea y otra de formación secundaria y con un carácter racional: 1º más o menos conscientemente se convierten todos los "casos únicos" en una clase y se adopta entonces la actitud precedente. Digamos, de una manera menos intelectual, que se sigue dócilmente, respecto a este caso, el hábito adoptado respecto a los casos de repetición; 2º la reflexión decide el proceso que nacería espontáneamente del hábito y hace dudoso el derecho de practicar sobre una clase tan dispar la asimilación de las cosas entre sí. Pero entonces se pasa al plano de la razón: se representan las cosas objetivamente; se ve la distribución de las cartas desde un punto de vista impersonal. Ahora bien, es cierto (y no sólo probable) que apostar *contra* será ventajoso para 51 jugadores y desventajoso para uno solo. La conducta en cuestión, si puede resultar de ella algo, aunque no sea más que el placer de haber apostado bien, será, pues, de interés público. Tanto si se trata de decidir un matrimonio como de elegir una carrera se efectuará un razonamiento análogo. La raíz del asentimiento se encontrará aquí en la universalidad de la actitud, en tanto que comunidad, y, por consiguiente, en la asimilación de los espíritus entre sí.

Esta equivalencia entre la idea de *pensamiento* y la idea de *pensamiento general* (sería mejor decir *universal* si esta palabra no resultara en este caso equívoca) es susceptible de presentarse a la reflexión bajo dos formas muy diferentes, pero todas ellas legítimas, entre las cuales los hombres eligen según sus hábitos intelectuales o el giro natural de su imaginación.

La primera de dichas formas comprende el racionalismo de tipo criticista que se pregunta: si tomamos el espíritu humano tal como es (*für uns Menschen*, como decía frecuentemente Kant), ¿cuáles son los principios y las ideas que no podemos suprimir sin eliminar toda posibilidad de juicio y de razonamiento? ¿Cuáles son las "condiciones de la experiencia"? Si son las que hemos dicho, lo que no parece dudoso en lo que se refiere al derecho de inducir, extraerán de nuestra *voluntad de pensar* una certidumbre coextensiva a esta voluntad, comprendiendo en ella nuestra duda en el caso de que se formule. Y la conciencia que adquiriremos de esta necesidad nos inmunizará contra la pretensión de exigir hasta lo infinito la demostración de las demostraciones y de perdernos en esta investigación. Habrá para nosotros una *razón constituída*, a la cual nos adheriremos al mismo tiempo que adquiramos conciencia de ella. La actualidad del pensamiento, o, si se quiere, la obligación de mantener dentro de nosotros un pensamiento actual, constituirá entonces nuestro torreón y nuestra fortaleza [1].

Puede ocurrir también que, trasladándonos a una esfera muy distinta, nos consideremos empíricamente, al modo de las ciencias naturales y de la antropología, como un animal de tipo muy complejo, que se desarrolla en el tiempo y en el espacio y cuya conducta no se halla determinada solamente por instintos y por "recepciones" inmediatas, sino por recuerdos y representaciones. Desde entonces la forma de la generalidad no aparece como menos necesaria. No se puede vivir dudando de que el pan siga nutriendo, de que el fuego siga quemando, e inclusive, podría agregarse, de que la sociedad siga sosteniéndonos y obligándonos. El pensamiento, concreto o abstracto, es previsión y anticipación. Como decía Rabelais de la misión de Messer Gaster: "*Faire*

1 Podría relacionarse con esta actitud la doctrina de la "voluntad de conciencia" sostenida por Fouillée en su *Esquisse d'une interprétation du monde*.

le fault o mourir". Es uno de los puntos de vista que hacen comprender más fácilmente por qué, al buscar los "principios" lógicos de la inducción, hemos llegado a una fórmula que sólo puede expresarse racionalmente en términos normativos. En todo caso, tanto si adoptamos uno como otro de los dos planes, no es posible encontrar en él una *garantía* superior.

No obstante, no hay que vacilar en reconocer que ello no nos procura una satisfacción absoluta. La tendencia a la identidad parece ser la norma esencial de nuestra inteligencia. Esta tendencia se manifiesta, como ya he indicado, en la relación entre el progreso, experimentado como tal, y la triple asimilación de las cosas entre sí, que es la operación más elemental de la inducción, de los espíritus entre ellos mismos y de las cosas con los espíritus [1]. Ahora bien; ninguno de estos esfuerzos puede alcanzar el punto máximo sin anularse. Según hemos dicho antes, para ser el objeto de la ciencia experimental la naturaleza debe ser susceptible de deducción *a partir de cada uno de sus estados.* Pero no es aquí donde se encuentra el principio de inteligibilidad universal. Sólo se trata de la inteligibilidad del devenir, y la epistemología real, fundada en el estudio del trabajo de los sabios, en la observación de lo que éstos consideran como éxitos y como fracasos, no exige ni permite nada más. El principio de deductibilidad es un postulado que se refiere a la legitimidad del razonamiento aplicado a ciertos elementos irracionales cuya irracionalidad no prolifera y cuya conservación es por sí misma un medio de inteligibilidad. El hecho de que haya corpúsculos elementales de dos especies e individualmente distintos entre sí se comprueba o se induce, pero no se comprende, pues se trata precisamente de una *diferencia.* Ello proporciona

[1] Véase *La Dissolution opposée a l'Evolution* (1899), cap. IV, § 77. En esta obra se verá también por qué razones no es posible considerar el mundo como enteramente inteligible.

únicamente una materia al pensamiento, que sin esto quedaría vacío. Pero lo que se comprende y aquello que constituye la base de nuestro sentimiento de satisfacción intelectual es el hecho de que la totalidad o una parte de tales diferencias se repitan y se conserven.

Por consiguiente, no se debe medir el valor de nuestra certidumbre inductiva tomando como tipo una inteligibilidad absoluta que se perdería en la identidad pura y que estaría en contradicción con los datos del problema a que se refiere. Preguntarse lo que *vale* significa pedir si es nuestra mejor aprehensión de lo real o si hay otra aprehensión más segura con respecto a la cual la primera aparezca como dudosa. ¿Dónde tenemos que buscar esta información? En la lógica pura, en las matemáticas se ha dicho con frecuencia. Pero si se distingue bien entre el juego de las fórmulas creado por reglas decisorias y el conocimiento de lo que es, la lógica y la misma geometría no parecen ser más que el resultado más perfecto del mismo método hipotético-deductivo cuyo alcance se discute.

La razón existe y es la más alta autoridad a la cual se pueda apelar, si exceptuamos la revelación. Y cuando se admite ésta, la razón sigue siendo soberana en todas las materias a las cuales no se aplica la fe. Más aún, es la única que puede probar la autenticidad de esta revelación. Pero la razón constituyente no es más que una dirección que proporciona el sentido de los valores, y la razón constituída se halla enteramente grávida del contenido material de nuestra experiencia visual y muscular. Las nociones de tiempo y de espacio no tienen un valor concreto más que en la medida en que no son puramente *a priori.* No debiera, pues, por esta causa ser menospreciada la inducción.

Pongamos aparte la intuición inmediata de Dios que adquiere la conciencia mística. En tanto que se realiza se halla por encima de la crítica y es, en efecto, incompa-

rable. Pero esta experiencia pertenece a otro dominio. Y si se trata de una religión positiva, organizada, del asentimiento a un sistema de dogmas y de tradiciones, éste no podría tener lugar sin implicar la creencia en el principio de que existe una naturaleza, tanto espiritual como física, y la necesidad de aprender a conocerla por una "experiencia", sea la de un Bacon o la de un William James. Lo mismo puede decirse de la moral, a pesar de la célebre frase de Kant: "Nuestra única certidumbre es lo que debemos hacer". El propio Kant, por otro lado, no entendía este principio en un sentido suficientemente radical para engendrar el escepticismo con respecto a la verdad del físico. Un juicio moral es vacío si no se aplica a una materia, que sólo la experiencia puede proporcionar. La idea más formalista, que define el deber por una máxima susceptible de ser erigida en ley universal, supone una naturaleza humana común, supone clases de actos fijos, tales como el crimen, el robo, la mentira, el dominio de sí mismo o la intrepidez, que serán objeto de examen crítico según dicha regla. Y si se vuelven a poner en su lugar los elementos de utilidad, de voluntad o de valor social, que Kant no tenía en cuenta, la consecuencia de ello será todavía más evidente.

Así, pues, las conclusiones inductivas y experimentales constituyen una larga cadena en la cual unas tienen solamente una débil probabilidad en tanto que se otorga a otras el más alto grado de confianza posible. El mismo derecho de inducir por experiencia es la mejor certidumbre y la condición lógica de todas las demás. No es que no haya nada más allá de ella, pero lo que la trasciende es sólo el movimiento inagotable e infatigable del espíritu que se siente todavía capaz de suspender y de examinar su

juicio, que busca siempre algo más allá de lo que encuentra, pues no alcanzaría reposo y satisfacción completa más que en una asimilación y en una disolución integrales de *lo otro,* de lo que proporciona un contenido y una materia al conocimiento.

APÉNDICE

NOTA COMPLEMENTARIA SOBRE ALGUNAS PUBLICACIONES RECIENTES ACERCA DE LA TEORÍA DE LA INDUCCIÓN

Desde la época en que se dictó el presente curso han aparecido diversos trabajos relativos a los cuestiones aquí dilucidadas o inclusive enteramente consagrados a algunas de ellas. En primer lugar, hay que mencionar la importante obra de León Brunschvicg, *L'Expérience humaine et la causalité physique* [1], que se aproxima mucho a nuestro trabajo en lo que se refiere a su contenido histórico, pero que se separa de él tanto por lo que busca como por los problemas que se propone. Estamos enteramente de acuerdo con Brunschvicg sobre la distinción necesaria entre el empirismo y el experimentalismo. Es cabalmente debido a ello que la discusión del empirismo, que ocupa un lugar de primer rango en dicha excelente obra, ha sido casi enteramente descartada en la nuestra. Por una parte, no nos proponíamos tratar, ni siquiera indirectamente, una cuestión de la "teoría del conocimiento", sino estudiar únicamente la formación y el valor de las ideas modernas sobre el *método experimental,* sus principios lógicos y su fundamento. Por otro lado, el empirismo doctrinal nos ha parecido que no tiene, por así decirlo, ninguna existencia en los creadores y los teóricos de la ciencia moderna, con inclusión de Bacon [2]. Además, estamos le-

[1] Un vol. en 8º, París, ed Alcan, 1922.
[2] Véase el Cap. IV.

jos de haber considerado desde el mismo punto de vista la noción de causa. Por las razones anteriormente expuestas creemos que la ciencia tiende menos a dilucidarla que a eliminarla, salvo en tanto que causa formal, esquematismo o proceso que se traduce para los sentidos en una apariencia global. En cuanto a su empleo filosófico, sobre el cual Brunschvicg ha escrito páginas extremadamente instructivas, especialmente al referirse a Leibniz, no teníamos por qué considerarlo desde el punto de vista en que nos hemos colocado. El valor de las ideas de fuerza, de energía, que Brunschvicg discute en su obra con una abundante documentación y un penetrante análisis, se halla asimismo fuera del marco en que se han desenvuelto las presentes lecciones. Lo mismo ocurre con las concepciones del tipo de la filosofía natural kantiana. Nos hemos limitado a subrayar el aspecto lógico de las tesis tan brillantemente expuestas luego en *El fundamento de la inducción*. Por tanto, las dos obras tienen un orientación tan diferente que no pueden ser comparadas, de modo que antes de facilitar aquí un análisis de *L'Experience humaine*, que habría estado fuera de lugar, he creído preferible remitir a ella al lector en las notas agregadas en el texto de las lecciones precedentes cuando tenía que poner de manifiesto alguna conformidad o alguna divergencia sobre un determinado punto [1].

Muy distinto es el caso del pequeño libro de Jean Nicod sobre *el problema lógico de la inducción* [2]. Por su propósito coincide exactamente con una de las cuestiones que hemos abordado, y su autor agrega a ella preciosas aclaraciones. Esta pequeña obra, penetrante y precisa, debía ser una de sus tesis de doctorado. Ambas habían sido aceptadas e imprimidas cuando, a los treinta y un años de edad, la muerte lo ha arrebatado a la estima y, puede decirse sin exageración, a la admiración de todos los que lo conocíamos. Su trabajo se relaciona íntimamente con el libro de John Maynard Keynes, *A treatise on probability* [3]

[1] Véanse especialmente los finales de los capítulos IV y VI y el comienzo del capítulo IX.

[2] *Le problème logique de l'induction*; un vol. en 8°, París, ed. Alcan, 1924.

[3] Un vol. en 8°, Londres, ed. Macmillan, 1921.

cuya tercera parte ha sido consagrada a la relación existente entre la probabilidad y la inducción. Dos años después de Nicod, Maurice Dorelle publicaba *Les problèmes de l'Induction* [1], con una orientación distinta, pero con una abundante e interesante contribución a la teoría tan oscura de esta operación intelectual. Finalmente, la tesis de Bachelard, *Essai sur la connaissance approchée* [2], contiene un capítulo original titulado "La Inducción, La Correlación y la Probabilidad", que es muy útil leer inclusive después de haber consultado las obras precedentes.

Intentaremos resumir lo que nos ha parecido más importante retener de las publicaciones citadas [3].

I

Jean Nicod está muy lejos de presentar su obra como definitiva ni como un trabajo que agote los problemas relativos a la lógica de la inducción. El propio autor indica a lo largo de la obra diversas cuestiones que deja aparte para ulterior examen. He aquí los puntos esenciales tratados:

1° La inducción amplificadora, a la cual se limita su trabajo, es la inferencia que va de un carácter observado en algunos individuos a la probabilidad de este carácter para *todos* los individuos o para *uno cualquiera* de los individuos pertenecientes a la clase considerada. Nicod hace observar que estas dos últimas fórmulas están muy lejos de ser equivalentes, pues, ya que se trata de probabilidad, esta última es evidentemente mayor para un solo individuo tomado al azar que para la clase entera. Por ejemplo —para tomar un caso fácil de analizar— la probabilidad de que durante un día todos los números que ganen de

[1] Un vol. en 12°, París, ed. Alcan, 1926. Véase también del mismo autor, "La valeur logique et le role de l'expérimentation", *Revue scientifique*, Noviembre de 1908.

[2] Un vol. en 8°, París, ed. Vrin, 1928.

[3] Después de la publicación de este apéndice ha aparecido sobre el mismo tema un librito excelente, *Remarques sur la probabilité des inductions*, por René Poirier, encargado de cursos de investigación de Lógica en la Sorbona. (Nota del Autor a la trad. española.)

una ruleta sean pares es prácticamente nula, pero la probabilidad de que lo sea un número *cualquiera* es de 1/2. Salvo algunas observaciones incidentales, el trabajo de Nicod en el dominio de la inducción amplificadora se limita voluntariamente a las inducciones que van de "estos" a "todos".

2º Una inducción tiene o no tiene entre sus premisas la conclusión de otra inducción. En el primer caso se llamará *inducción secundaria*; en el segundo, *inducción primaria*. Toda inducción que utilice resultados anteriores —y, como hemos visto, es el caso más frecuente, si no el único— es, pues, una inducción secundaria. En particular ocurre esto en todas las inducciones científicas, en las cuales se puede limitar ya el número o la naturaleza de las hipótesis posibles. Pero la probabilidad otorgada por un razonamiento a su conclusión no puede ser superior a la premisa menos probable. Se sigue de ello que las inducciones aparentemente más ciertas no tienen a lo sumo más que la probabilidad de las inducciones primarias que implican, especialmente la probabilidad de la inducción por enumeración simple, que, como hemos visto antes y como confirma Nicod en diferentes consideraciones que vamos a examinar luego, es indispensable en todos los casos.

Puede acaso agregarse a estas observaciones, teóricamente irrebatibles, que una inducción por enumeración simple puede proporcionar una probabilidad matemática representable mediante un número determinado si se trata de *uno cualquiera* (hay que admitir, de todos modos, en este caso un principio que autorice la ampliación), pero que no se ve bien cómo fijar este valor en una inducción que se aplique a *todos*. De hecho, la inducción primaria no parece ser utilizada en las inducciones secundarias más que a partir del momento en que es considerada intuitivamente como susceptible de proporcionar una probabilidad equivalente aproximadamente en la práctica a una certidumbre.

3º Una ley hipotética, A implica B, puede intentar probarse una ver formulada o, por lo menos, puede intentar aumentarse su probabilidad, ya sea por eliminación de las otras hipótesis posibles o bien por confirmación mediante nuevos ejemplos concordantes.

Ordinariamente se considera el primer método como el único

verdaderamente científico, pues parece ser el único que puede proporcionar una conclusión rigurosa. Pero este carácter sólo se presenta *in abstracto* y siempre que se admita (lo cual es frecuentemente falso) que el carácter B no puede ser implicado ni por una causa compuesta ni por una pluralidad de causas diferentes substituíbles entre sí para la producción de este efecto [1]. Aplicado a la naturaleza, el método no puede constituir un procedimiento independiente y primario, pues ningún ejemplo puede ser conocido en todas sus circunstancias, que llegan hasta el infinito. No puede deducir nada de fenómenos "de los que no tiene más que un conocimiento incompleto, e incompleto en una medida desconocida" [2]. Es, pues, absolutamente necesario recurrir a la confirmación por multiplicación indefinida de ejemplos concordantes. Una prueba por eliminación secundaria sólo es posible a título secundario, y aun muy secundario. Es necesario que, mediante un gran número de inducciones anteriores, de conclusión prácticamente cierta o, por lo menos, muy probables, se llegue a limitar el campo de las hipótesis.

4º Sin embargo, J. M. Keynes ha pensado que el valor de la inducción por confirmación podría explicarse por una eliminación probable sobre la parte desconocida de los ejemplos sin que tengamos conciencia de este mecanismo lógico. Si un segundo caso XA aumenta la probabilidad de la ley "*X implica A*", ello es debido, según Keynes, a que difiere cualitativamente del primero o, por lo menos, a que es posible que difieran algo, sepámoslo o no. "Esta eliminación, asegurada o probable, de algún carácter del caso inicial concurrente de X como causa posible de A constituye toda la influencia favorable de un segundo caso de XA sobre la verosimilitud de la ley "*X implica A*". Asimismo, un tercero, cuarto o enésimo de XA no actúan más que por la eliminación o la posibilidad de eliminar un carácter común a todos los casos anteriores. Es por la tendencia de la acumulación de los casos A a reducir su parte común que aumenta la proba-

[1] Para abreviar se emplea aquí la noción de *causa* en el sentido muy general que tiene en el cálculo de probabilidades.

[2] *Le problème logique de l'induction*, pág. 61.

bilidad de que el carácter X persistente sea la causa de A. Tal sería el verdadero resorte de la inducción por repetición." [1]

Pero también aquí, replica Nicod, habría que admitir que todo carácter o efecto tiene una causa única, lo cual es muy dudoso. Además, inclusive en este caso, la repetición de los ejemplos no permitiría a la física, cualquiera que fuera el cuidado y la perseverancia manifestados, exceder una probabilidad limitada *a priori* por la probabilidad de que este carácter fuera uno de los que forman en la naturaleza uno de esos grupos *estables* susceptibles de repetición cuya existencia postula Lachelier en su segundo principio. Y esta probabilidad es necesariamente bastante débil cuando se trata de una inducción primaria [2]. Sería indudablemente muy agradable para la razón poder reducir toda prueba inductiva a la eliminación. En primer lugar, a causa del poder decisivo de las experiencias negativas (lo verdadero no tiene nunca por consecuencia lo falso); en segundo término, porque si así fuera se opondría netamente al hábito intelectual y a la simple asociación de ideas. Pero ya se ve lo que ello representaría desde el punto de vista de la certidumbre o, más exactamente, de la probabilidad que se aproxima a la certidumbre y que parece, con todo, accesible a las ciencias de la naturaleza [3].

5º Queda como única operación "primaria" la repetición de los ejemplos favorables, *inductio per enumerationem simplicem*. Para construirla en forma lógica, Nicod adopta, basándose en Keynes, el único postulado siguiente: "La probabilidad para que dos proposiciones p, q sean a la vez verdaderas es el producto de la probabilidad de una de ellas por la probabilidad de la otra, en el supuesto de que la primera sea verdadera" [4].

[1] *Le probléme logique de l'induction*, pág. 45; resumen de la obra de J. M. Keynes, *A treatise on Probability*, caps. XIX y XX.

[2] *Ibid.*, págs. 49-56.

[3] *Ibid.*, pág. 61.

[4] Me parece que este postulado contiene, en realidad, dos, pues como se trata de dos proposiciones, una de las cuales es una ley y la otra una aplicación de esta ley, no se puede tomar *ad libitum* una u otra como punto de partida y admitir que los dos productos son iguales. Nicod, que ha previsto sin duda la objeción, dice incidentalmente que lo son "por razón de simetría, pues aunque p y q se refieren a sucesos, el que es posterior puede ser conocido, es decir, dado primero" (*Ibid.*, 65). Es cierto que el consecuente puede ser para nosotros el dato lógico, pero esta consideración no es suficiente para probar que el segundo postulado es igual al primero, de modo que hay que hacer de ella el objeto de un segundo postulado distinto, necesario para dar a pq/h un sentido unívoco, ya que en cada uno de los casos en que se aplique, como se ve en la demostración que sigue, p y q no desempeñarán el mismo papel. Debido a ello hemos escrito en la demostración esta doble igualdad en dos líneas diferentes.

Las notaciones y la fórmula señaladas en estas páginas no son de Keynes, sino que constituyen una traducción más metódica de lo que está expuesto en el capítulo XX. Por otro lado, debo decir que esta medida de la probabilidad, que concuerda bien con los hechos en ciertos casos, me parece que conduce en otros a resultados inaceptables para el sentido común.

De ello puede deducirse el siguiente teorema: "La probabilidad de una ley hipotética *antes* de una comprobación es a la probabilidad de esta ley *después* de la comprobación (suponiéndola favorable) lo que la probabilidad de la comprobación misma, antes de adquirirse, es a la certidumbre".

Es sabido que, apoyándose en la idea de Donkin de que hemos hablado antes, Keynes introduce expresamente en la notación de toda probabilidad la indicación del conjunto de conocimientos h con relación al cual existe esta probabilidad. Sea, pues, p una hipótesis cuya probabilidad, dada h, se escribirá p/h, siendo q la proposición: "la hipótesis p se encontrará comprobada en la nueva observación E" cuya probabilidad, dada h, será representada por q/h. Se postula, según hemos dicho antes:

$$pq/h = p/h \times q/hp \qquad \text{(I)}$$

$$\text{y} \quad p/h \times q/hp = q/h \times p/hq \qquad \text{(II)}$$

Por otro lado, si p es verdadera, q es verdadera por hipótesis. Por tanto, $q/hp = 1$. Haciendo la substitución en II, tenemos:

$$\frac{p/hq}{p/h} = \frac{q/h}{1}$$

lo que se trataba de demostrar.

Este teorema, piensa Nicod, es suficiente como base lógica de la inducción *per enumerationem simplicem* en el sentido de que, como lo ha hecho observar con penetrante sutileza, "la acumulación de los casos que comprueban la ley hace más probable su comprobación en *todos* los casos" (incluyendo los ya conocidos) "y, por consiguiente, en un caso cualquiera, pero no en todos los casos *todavía desconocidos* o en uno cualquiera de ellos, lo que sería necesario para justificar las inducciones reales" [1]. Dicho de otro modo, la *probabilidad* de la ley hipotética en cuestión es, según la definición general de la probabilidad-fracción (Véase Cap. XI), la relación entre el número de casos en que la ley se comprueba y el número de casos en que los términos a que se refieren han estado, están o estarán presentes, pero no la relación entre el número de casos en que se comprueba de nuevo y el número de casos futuros susceptibles de confirmarla o de invalidarla. Para utilizarla en la física sería, pues, necesario, erigir un tercer postulado que enunciara el derecho de concluir del pasado al futuro, es decir, que admitiera la regla enunciada antes (Cap. XI): "En ausencia de toda indicación contraria, debe suponerse que lo que ha transcurrido siempre según cierta ley seguirá transcurriendo de la misma manera".

Si es fundada, esta reserva hace inadmisible para las ciencias la consecuencia que —desde luego contra la opinión de Keynes— extrae Nicod, es decir, el hecho de que la inducción por simple confirmación repetida no tenga como premisa el determinismo [2]. En todo caso, dice el autor, obliga a razonar como si el determinismo fuera verdadero o a abstenerse de todo razonamiento. Pero inclusive desde el punto de vista teórico ¿no se halla implícita la suposición del determinismo en el mismo empleo del cálculo? Me parece que la demostración del teorema precedente no tendría ya sentido en un mundo discursivo donde cualquier cosa pudiera seguir o acompañar cualquier cosa. Y esto es, a mi entender, lo que fundamenta el desacuerdo entre Keynes y Nicod sobre el mismo terreno.

6° Última pregunta: "¿Puede la inducción, mediante la simple acumulación de ejemplos, alcanzar una probabilidad susceptible de exceder cualquier límite asignable, y, por consiguiente, susceptible de tender hacia la certidumbre?" Basándose una vez más en el postulado de la limitación de las variedades independientes [1] (que equivale aproximadamente al segundo principio de Lachelier), Keynes propone una demostración destinada a probar que la inducción posee esta propiedad.

Pero, replica Nicod, habría que postular además: 1° que el número de grupos posibles es no sólo finito, sino que es —o, cuando menos, es probablemente— inferior a un número dado; 2° que los ejemplos de la misma especie no constituyen, con independencia de su número, más que un solo y único ejemplo, de tal manera que el número de individuos observables *distintos* sea igual al de los grupos. Ahora bien: esta condición es inaceptable, pues implicaría la consecuencia de "que la proporción de los individuos coincidentes de las diferentes especies no podría facilitar ninguna indicación sobre la frecuencia o rareza de esas especies en el conjunto de individuos de un género", lo cual es evidentemente falso. No hay, pues, actualmente, concluye dicho autor, ninguna prueba *lógica* con la cual se consiga, mediante una simple acumulación de ejemplos, alcanzar una probabilidad que tienda a la certidumbre.

Tales son los puntos esenciales dilucidados en la obra de Nicod. No hay que negar, y el mismo autor no lo niega, que todas estas consideraciones son un ejercicio del espíritu y se proponen envolver las inducciones reales con una red matemática que se halla todavía lejos de responder a su configuración. Nuestras inducciones no presentan nunca la forma de un razonamiento de probabilidad excepto en algunos puntos, como los cálculos de correlaciones biológicas, condicionados, por otro lado, por una multitud de supuestos ajenos.

Bien que esencialmente críticas y negativas, estas conclusiones tienen, sin embargo, un alcance positivo, pues, al indicar lo que no se ha hecho, esta tesis define lo que habría que hacer para establecer un sistema de postulados matemáticos adecuado a

[1] *Le problème logique de l'induction,* pág. 66, nota.
[2] *Le problème logique de l'induction,* págs. 67-68.

[1] "Los caracteres del universo considerado se reparten en grupos en los que cierto miembro implica los demás, siendo finito el número de esos grupos" (*Ibid.* Cf. Keynes, *Treatise on probability,* cap. XXII.

las inducciones efectivamente practicadas y susceptibles de hacer mensurable su probabilidad. La tesis en cuestión introduce distinciones y definiciones que parecen destinadas a convertirse, como la de lo probable y lo plausible, en inducciones primarias y secundarias. Dilucida los límites teóricos de la eliminación y demuestra así que se recurre necesariamente a la enumeración simple inclusive cuando se pretende no servirse de ella, lo cual elimina definitivamente la pretensión clásica de inducir "sobre un solo ejemplo bien elegido" [1] excepto en casos excepcionales, cuando se trata de una experiencia ya preparada y determinada por una multitud de inducciones anteriores y cuyo resultado, subordinado a éstas, no puede exceder su probabilidad. Establece, finalmente, que la inducción no tiene lugar solamente por la variedad cualitativa de los ejemplos, como frecuentemente se afirma, sino también por la simple acumulación de hechos, inclusive indiscernibles para nosotros. Hay en la pequeña obra de Nicod un conjunto de ideas de gran importancia y, sobre todo, el ejemplo de una precisión lúcida y escrupulosa propia para elevar el nivel de la discusión en estos problemas tratados frecuentemente sin ningún rigor.

II

El libro de Dorolle es el resultado de una larga meditación personal cuyo primer impulso, confiesa el autor, fué dado por una lección inédita de Hamelin en Burdeos el año 1896 [2]. Se presenta ante todo como una investigación de lo que es la inducción. Y como la idea de "generalización" es la que más habitualmente evoca esta palabra, comienza por un análisis de la misma.

[1] Véase el final del cap. XI.

[2] Hamelin buscaba en este primer ensayo la razón general de la creencia fundada en la inducción y la atribuía a la simplicidad de la interpretación en su relación con los datos (*Les problèmes de l'induction*, pág. 81). Su artículo "Sobre la inducción" (*Année philosophique*, 1899, págs. 39-53) se articula sobre dos temas principales: 1º La generalidad y el paso a lo general son en la inducción algo secundario; la concepción de la inducción como generalización se vincula al empirismo y a la "lógica de la extensión"; lo que verdaderamente la caracteriza es el paso del hecho a la idea, como ha visto Whewell, lo que equivale para él al paso de un conocimiento externo y superficial a un conocimiento más profundo. Pero no explica en qué consiste semejante profundidad. 2º La prueba de la inducción consiste en que "si nuestra hipótesis no es verdadera ... nuestra concordancia con la naturaleza respecto a las consecuencias debe atribuirse al azar. Pero esto es moralmente imposible". Por azar hay que entender aquí no un encuentro fortuito (a la manera de Cournot), sino la contingencia absoluta que resulta de la actividad de un ser espiritual y libre (a la manera de Renouvier). Pero tampoco da ninguna explicación complementaria sobre esta "imposibilidad moral". Finalmente, en lo que se refiere a la existencia en el mundo de géneros y de especies fijas, declara atenerse a la explicación de Lachelier. En otro artículo titulado "Sobre el razonamiento por analogía" (*Ibid.*, 1902; 19-27) define éste como la forma más superficial de la inducción, como la que constituye las clases mediante la asimilación de los hechos o de los seres entre sí. Puede verse hasta qué punto el análisis de Dorolle rebasa estas indicaciones, esencialmente dominadas, al parecer, por la preocupación de substituir en todas partes el punto de vista de la extensión por el de la comprensión.

Generalizar no consiste solamente en pasar de algunos casos a todos, en ampliar a todos los puntos del espacio y del tiempo un carácter comprobado en cierto número de ejemplares de un tipo determinado. Consiste más bien en constituir este tipo, en definir un concepto (por ejemplo, el de "fósforo" o el de "atracción"). Cournot, Renouvier entienden la inducción de este modo. En este sentido también Victor Egger nos ha enseñado a considerar todo concepto como una síntesis de juicios [1]. Esta segunda forma es, por otro lado, la condición de la primera, y ambas se hallan confusamente comprendidas en la fórmula "pasar de los hechos a las leyes".

Resulta de ello que el problema de los géneros no puede separarse del problema de las leyes. El progreso intelectual consiste a veces en descubrir lo que puede agregarse sintéticamente a un tipo determinado sin alterar su extensión y su comprensión [2]. A veces el tipo se determina al mismo tiempo que la relación. A

[1] Véase cap. VIII.

[2] Se trata, naturalmente, de la comprensión decisoria.

veces —y habiéndose encontrado ya una relación— se trata de determinar su esfera y su alcance. "Contrariamente a una opinión clásica, que ha separado el problema de la discusión experimental y el de la generalización . . ., los principios lógicos de la generalización deben ser los mismos que dirigen y justifican todo el trabajo experimental" [1].

Esta operación rebasa el empirismo, pues consiste menos en asociar términos singulares que en reconocer semejanzas, y, además, supone el principio del determinismo. Consiste en superponer lo *pensado* a lo *dado*. La ley no difiere en su contenido del hecho; le añade un sentido, lo expresa en una forma más precisa y determinada; encuentra, como decía Hamelin, "relaciones más íntimas y más instructivas que las que se ven de un modo inmediato".

Establecido esto, es absurdo buscar una forma rigurosa de un pretendido razonamiento inductivo. La conclusión no puede pertenecer a él en el mismo plano que las premisas. Constituye un proceso *sui generis* observable en el trabajo científico: "Criticar el valor de los métodos de observación o de experimentación equivale a construir toda la teoría lógica de la inducción [2]. El razonamiento no da nunca ni puede dar por sí solo el paso decisivo que conduce de la sensación a la idea o de un grupo de hechos a un hecho nuevo de orden superior [3].

No es dudoso, sin embargo, que intervenga en el método ex-

[1] *Les problèmes de l'induction*, pág. 58. Esta opinión ha sido clásica, en efecto, a fines del siglo XIX. Véase la *Lógica* de Rabier (1880). Todavía hoy puede encontrarse en ciertos cursos de filosofía. Pero si nos remontamos más lejos, comprobaremos que Newton, Whewell e inclusive J. St. Mill habían visto perfectamente la identidad entre la investigación experimental y la generalización. Véase el pasaje del discurso de Bergson pronunciado con motivo del centenario de Claude Bernard (Cap. X).

[2] *Ibid.*, pág. 71. Esto es exacto en cierto sentido. Pero puede considerarse el problema, tal como ha sido planteado por Keynes y Nicod, como una cuestión que tiende a insertarse en el interior de esta crítica cuando su solución esté más avanzada.

[3] Cf. la teoría de Whewell en el cap. VIII. Véase también el cap. X.

perimental, pero su papel se limita a probar la necesidad de las consecuencias de que tenemos necesidad para inducir, a extraer numerosos conocimientos anteriormente adquiridos y que condicionan todas nuestras inducciones actuales.

¿Puede reducir al absurdo todas las hipótesis excepto una? Prácticamente puede hacerlo, pero con dos reservas importantes. Una de ellas consiste en que las hipótesis eliminadas no son demostradas como absurdas en el sentido propio de la palabra, sino únicamente como contrarias a ciertos "hechos conocidos", y, por tanto, a ciertas generalizaciones cuya probabilidad puede ser muy elevada, pero que dejan siempre lugar para una corrección posible. La otra consiste en que la hipótesis que permanece tras la eliminación extrae de sí misma su valor explicativo, en vez de deducirlo del razonamiento, que se limita a descartar la "competencia". La eliminación muestra perfectamente que no podemos pensar de otro modo. Pero, ¿por qué pensamos así?

El valor positivo de toda explicación procede de la coherencia lógica que introduce en el conocimiento. Las "comprobaciones" aparentes comportan una especie de creación, una especie de invención. Nunca se sabe si se ha visto todo lo que debía verse. Para desenmascarar los errores de los sentidos no es suficiente ser más atento, desconfiar del hábito, de las ideas preconcebidas. Sólo se descartan dichos errores mediante una discusión y una comparación de los casos enteramente intelectuales.

Es aquí donde vuelven a encontrarse los "cánones" de J. St. Mill, que su autor ha expuesto deficientemente, pero que contienen una idea justa [1]. Pueden resumirse en dos fórmulas: "En conjuntos tan diferentes como sea posible, la relación constantemente observada entre dos elementos o caracteres se interpreta como ley" [2]. "En elementos tan semejantes como sea posible, la variación de una relación entre dos elementos o caracteres hace

[1] Véase el cap. IX, así como Brunschvicg, *L'expérience humaine et la causalité physique*, libro III, caps. VI-VIII.

[2] Me parece evidente que Dorolle, sin decirlo expresamente (y acaso evitando conscientemente una forma normativa que le parecía enojosa), entiende aquí que esta relación *debe* interpretarse como ley, así como en la siguiente fórmula.

interpretar como ley esta relación" [1]. En ambos casos, "la prueba será, pues, en principio, función de la determinación y de la precisión del conjunto de las experiencias". La lógica y la técnica se unen aquí íntimamente. La segunda sólo tiene por objeto permitir una observación significativa. Y una observación es significativa sólo en la medida en que el espíritu la ha conceptualizado de antemano y ha hecho identificables sus elementos.

La verdad está hecha sólo de la coherencia interna de las ideas. Los problemas lógicos de la inducción se refieren a la manera como se comprueba esta coherencia en determinados casos, en tanto que el problema filosófico (que han pretendido resolver Kant, Lachelier, Hamelin, Darbon) consiste en investigar *en general* la concepción del mundo que debe bosquejarse para que sea posible en ella el método experimental. Y esto último no puede facilitar ningún medio de asegurarse de que tal inducción particular es mala o buena. En este sentido, pero sólo en este sentido, ha podido escribir Rabier: "El problema de la inducción no interesa al hombre de ciencia". Pero hay que buscar precisamente cuáles son los signos por los cuales se reconoce lo verdadero, lo coherente, en las diversas cuestiones o, mejor dicho, en las diversas situaciones intelectuales en que se encuentra frecuentemente colocado el investigador científico. La obra de Dorolle representa en esta esfera una excelente contribución.

Interesante y sugestiva, llena de ejemplos y de útiles resúmenes, la exposición ofrece frecuentemente, por su misma riqueza y por la preocupación de atenerse con fidelidad a los hechos, un aspecto algo flotante e indeciso, que no permite ver siempre fácilmente la opinión sustentada por el autor [2]. Pero este aspecto

[1] Esta segunda fórmula y el párrafo que resume son un poco enigmáticos. Hay que comprender, a mi entender, la variación *regular* o *concomitante* (con el caso particular de la desaparición simultánea de los dos elementos considerados), pues una variación *cualquiera* impediría hablar aquí de "ley".

[2] Crítica hecha particularmente por Parodi en la sesión de la *Societé de Philosophie* del 1º de diciembre de 1927 consagrada a la discusión de esta obra, que es útil consultar también en otros aspectos. Véase el *Boletín* de la *Societé*, 1927, pág. 61 y siguientes.

me parece más externo que profundo, y si el libro no da en una primera lectura una impresión muy precisa, pueden extraerse de él una serie de aserciones decididas y firmes, entre los cuales se encuentra la confirmación de algunas conclusiones sustentadas por nosotros. De ellas mencionamos: 1º que la inducción no es otro razonamiento apodíctico opuesto a la deducción, sino un método, es decir, cierta conducta del razonamiento; 2º que la operación fundamental no consiste en probar que los fenómenos A y B se hallan en determinada relación, sino en constituir estos fenómenos mediante la elección prudente, de modo que satisfagan la condición de ser definibles de un modo unívoco y común, de ser función uno del otro y de proporcionarnos una comprensión intelectual y práctica de los acontecimientos; 3º finalmente, que los principios lógicos de la inducción tienen un carácter normativo, y que la norma fundamental de los mismos se halla en la asimilación. Esta confirmación es realmente una concordancia espontánea, pues aunque Dorelle haga alusión en las últimas páginas del libro a un pasaje del presente curso, su obra, comenzada desde hace mucho tiempo, se ha constituído casi enteramente de un modo independiente, como es fácil advertir inclusive en aquellos puntos donde son más parecidas las conclusiones. Si es verdad, como dice y como yo creo, que la verdad se juzga no por la comparación de una copia y de un modelo, sino por la coherencia interna de las ideas, hay que agregar (y ha llegado el momento de aplicar el principio) que el elemento más significativo de esta coherencia no es la sistematización que adoptan en el espíritu de un solo individuo —lo que ocurre en el error e inclusive en la locura—, sino la concordancia de los pensamientos que se han formado libremente en el espíritu de diferentes investigadores y su capacidad de ser aceptados, sin seducción ni coacción, por cualquiera que sea capaz de comprenderlos y de examinarlos objetivamente.

III

Bachelard parte, en el estudio ya mencionado, de la misma fórmula que hemos dado antes del principio de la inducción: "En ausencia de toda indicación contraria, debe suponerse que

lo que ha transcurrido siempre según cierta ley seguirá transcurriendo de la misma manera" y se propone determinar los límites de aproximación que le impone en su aplicación la naturaleza de las cosas. En este aspecto se aproxima a la posición del problema elegida por Nicod, pero lo trata como físico más bien que como matemático o lógico.

Ante todo hace observar muy justamente que en todos los casos en que se opera sobre medidas, la constancia de la relación observada no existe nunca más que de un modo aproximado, entre ciertos límites. Ahora bien, en las fórmulas que representan los antecedentes y los consecuentes, la precisión de los efectos no es una función de la precisión de las causas. Cada una de ellas puede aumentar o disminuir independientemente. "Dos fenómenos que sé discernir perfectamente podrán surgir de dos series de condiciones que encuentro indiscernibles. Y viceversa, la inducción puede seguir el camino de una pérdida de sensibilidad; se puede alcanzar una homogeneidad por el único hecho de que la heterogeneidad de causas sensibles no ha podido repercutir en un resultado" [1]. Por la misma razón, "una conjunción extrordinaria de circunstancias de mínima eficacia puede repercutir de una manera notable en la conclusión; una experiencia puede fallar por la intervención de un detalle olvidado" [2]. Resulta de ello que, en vez de aproximarse a la certidumbre por la precisión matemática, aquella se hace imposible. La inducción exigiría más bien, como sugería Klein, una matemática a gran escala donde los puntos tendrían siempre cierta dimensión y las líneas cierta anchura. "La curva que da la ley implica entonces su halo de incertidumbre; todas las determinaciones susceptibles de aberración se mantienen unidas... Se ha alcanzado un principio de exactitud por el solo hecho de que se ha tenido experimental y racionalmente en cuenta la inexactitud de los datos. El razonamiento inductivo se halla, finalmente, ajustado sobre lo real" [1]

[1] *Essai sur la connaissance approchée,* pág. 131. Esta última observación parece exigir una confrontación con el *principio de Curie*: "Los efectos son siempre tanto o más simétricos que las causas". Cf. cap. X. Habría que distinguir, pues, entre una involución objetiva y una involución puramente conceptual. Bachelard lo sabe y hace alusión a ello en el último capítulo de su obra. Pero tampoco allí cita a Curie, y se apoya en citas de Le Dantec y de Jaeger (291).

[2] *Ibid.,* 133.

Esta idea de *ley aproximada* no debe ser confundida con la idea de *ley estadística.* Para la primera, "cada una de sus aplicaciones acarrea con seguridad un elemento de éxito. Este éxito no es, sin duda, siempre total, pero tampoco es nunca totalmente defectuoso. La ley estadística es, por el contrario, el resultado de un juego que corre el riesgo de desembocar en un completo error. El cálculo de error, en el sentido preciso del término, no ocupa lugar en ella, pues es substituído por un cálculo de probabilidades" [2]. Lo que medimos en el cálculo de probabilidades tiene un carácter puramente psicológico: es nuestra *espera* de cierto resultado, nuestra esperanza o nuestro temor. Como dice con gran precisión J. S. Mill: "La probabilidad de un suceso para una persona es algo muy distinto de la probabilidad de este mismo suceso para otra o para la misma persona después de haber conseguido algún nuevo informe" [2]. Según Bachelard, hay que renunciar a construir una teoría física a base del cálculo de probabilidades aplicado de esta manera. Lo que alcanza éxito es solamente un artificio pragmático [3].

El mejor campo de aplicación de este artificio se halla "en su parte media", la cual responde el establecimiento de una correlación tal como la practican frecuentemente las ciencias biológicas y tal como queda expresada típicamente en la fórmula de Bravais [1] $r = \frac{\Sigma xy}{\sqrt{\Sigma x^2 . \Sigma y^2}}$ Pero —hace observar Bache-

[1] *Essai sur la connaissance approchée,* pág. 135. Otro método consiste en operar, siempre que sea posible, sobre series de medidas *cada una* de las cuales abarca un número de términos suficiente para que la media sea *idéntica* hasta un decimal determinado. Pero es evidente que esto no es siempre posible. No veo si Bachelard tiene en cuenta este método en lo que dice contra la posibilidad de introducir la identidad "en favor de juicios de aproximación decreciente" (131).

[2] J. Stuart Mill, *A system of Logic,* III, cap. XVIII, 1. Véase antes la aplicación matemática de la misma idea hecha por Keynes y Nicod.

[3] *Essai sur la connaissance approchée,* págs. 141-144.

[1] Hay, naturalmente, otras fórmulas de correlación. Véase la nota

lard— el cálculo de las correlaciones exige que los fenómenos estén ya discriminados. Cuando no lo están puede ocurrir que el gráfico que representa una curva permita separarlos mediante un análisis de las curvas análogo a la descomposición de los movimientos según el método de Fourier, análisis unido a este principio, práctico y no teóricamente riguroso: "Cuando un carácter perfectamente aislado no experimenta más que perturbaciones de detalle, los puntos que representan la frecuencia de sus diversas determinaciones se distribuyen en la curva de probabilidad (curva en forma de campana). Recíprocamente, podemos con razón tomar la curva de probabilidad como marca de la unicidad de un carácter oculto" [2]. En los casos de curvas irregulares de este tipo, el análisis permite en muchos casos poner en evidencia dos o varias curvas elementales que tengan la misma propiedad segregativa cuya composición reproduce la curva observada.

Pero ¿no se llegaría con este método a convertir todas las leyes en un efecto simple de la regularidad estadística? Parece que sería bastante ahondar suficientemente el análisis para que cualquier ley apareciera como la resultante de un número suficiente de dichas curvas de probabilidad.

No, contesta Bachelard (y debe tenerse en cuenta esta observación ante el éxito que obtiene con frecuencia semejante observación escéptica), pues, por una parte, la relación de estas curvas entre sí, y, por otra, la posición del valor medio alrededor del cual oscila en cada caso son hechos experimentales y no resultados del azar. Éste sólo ocupa su lugar en la vibración universal que se produce, según Langevin, alrededor de las configuraciones rígidas que sabe prever la física. "Mientras la cantidad fina s edispersa en una polvareda de números que ya no pueden inscribirse, la cantidad de conjunto adopta el aspecto de lo continuo y se geometriza." [3] Y lo que demuestra que no se trata de una ilusión, sino, por el contrario, de algo esencial, es que

de H. Piéron, art. *Correlación* en el suplemento al *Vocabulaire technique et critique de la Philosophie*, 4ª edic., tomo III, pág. 31.

[2] *Essai sur la connaissance approchée*, pág. 150.

[3] *Essai sur la connaissance approchée*, pág. 154.

en estos valores centrales a los cuales se aplica la aproximación encontramos precisamente la marca más característica de lo real: la condición de una acción sólida y segura, que toma en el desarrollo industrial una amplitud decisiva. "Sin este lastre, decía Poincaré, ¿quién sabe si el sabio no abandonaría la tierra seducido por el espejismo de cualquier nueva escolástica, o si no se desesperaría creyendo haber tenido un sueño? [1]."

Con estas últimas observaciones —que se hallan, con todo, íntimamente relacionadas con las precedentes— hemos salido ya del capítulo consagrado por Bachelard a la inducción. Desde luego, se encuentran en las demás partes de su ingeniosa y erudita obra muchos otros puntos de vista que no son ajenos a los problemas que nos ocupan, pero cuyo análisis y discusión no podemos emprender en esta nota.

[1] *Essai sur la connaissance approchée*, pág. 155. *La valeur de la Science*, pág. 220.

ÍNDICE

Pág.

PREFACIO 7

I. INTRODUCCIÓN.

La idea de la inducción. — La inducción reconstructiva. — La inducción amplificadora. — La inducción completa. — Su importancia práctica y científica. — La inducción ordenada y el razonamiento por recurrencia. Deducción e inducción. — Los tres problemas: técnica, principios y fundamentos de la inducción 9

II. LOS ORÍGENES DEL MÉTODO EXPERIMENTAL.

Desprecio de la experiencia en la antigüedad. — La física de Arquimedes y las recetas industriales o taumatúrgicas. — Ocultismo y alquimia. — La experiencia en la física de la Edad Media y del Renacimiento 29

III. LA INDUCCIÓN BACONIANA:
1º EL PUNTO DE PARTIDA.

Bacon, sus admiradores y sus enemigos. — Su vocabulario. — Su objetivo: el descubrimiento de las "formas" de las diversas "naturalezas", es decir, de las contexturas o movimientos elementales que cons-

Pág.

tituyen los fenómenos sensibles. — Su método: la *Historia natural*, las *Tablas;* su verdadero sentido 49

IV. La inducción baconiana: 2º La interpretación de la naturaleza.

La eliminación. — La intervención de la idea: *intellectus sibi permissus*. — Los ejemplos privilegiados. — La escala de la interpretación. — La *summaria naturae lex*. — El papel de las matemáticas y el racionalismo de Bacon. — Bacon y Galileo 71

V. El desarrollo de la hipótesis comò còNjetura.

La idea del método a comienzos del siglo XVII. — Descartes. — Los dos sentidos de la idea de hipótesis: la hipótesis decisoria, la hipótesis-conjetura. — Carácter tradicional de la hipótesis decisoria: cómo la emplea y cómo la transforma Descartes. — Las reglas de la hipótesis: Hobbes, Boyle, Leibniz, Robert Hooke 91

VI. Las regulae philosophandi.

Las cuatro reglas de Newton. — Función de la idea de universalidad. — Las *causae verae:* la doctrina de Newton y la de Le Roy. — El derecho a la inducción por enumeración simple. — ¿Cuáles son las "hipótesis" que elimina Newton? 119

VII. La influencia de la idea newtoniana hasta nuestros días.

El programa de Newton: observación y deducción matemática; desconfianza hacia la interpretación mecánica y la investigación de las estructuras. — "Todo ocurre como si..". — El espíritu newtoniano en el siglo XVIII. — El espíritu newtoniano en

Pág.

Reid, Ampère, Auguste Comte, Littré. — La teoría física según Duhem. — La energética 139

VIII. La tradición de la hipótesis, de Huyghens a Whewell.

El prefacio al *Tratado de la Luz*. — Leibniz. — Charles Bonnet. — Lesage y sus contemporáneos: el método de exclusión. — J. F. W. Herschel. — Whewell: la *coligación* y la génesis de los hechos; función del *guessing;* cómo se prueban las ideas. — Por qué ha sido poco atendida durante mucho tiempo la concepción de Whewell 155

IX. La prueba formal de la causalidad. John Stuart Mill.

La "lógica inductiva". — Los cinco "cánones" de la inducción causal. — Su inexactitud literal. — La inducción no se limita a la investigación de las causas. — Crítica de la noción de causa: causalidad y responsabilidad; causalidad y técnica. — La idea de causa es puramente práctica; su función provisional en las ciencias. — Las pruebas de la causalidad .. 181

X. El método experimental.

Claude Bernard. — La tradición del laboratorio y las doctrinas filosóficas. — La epistemología contemporánea: la crítica de las ciencias. — La unidad del razonamiento. — La conceptualización de la naturaleza. — Los "leitmotive" de la hipótesis (Mach). — La crítica de las hipótesis. — La comprobación 209

XI. Los principios de la inducción.

Sentido del problema. — Fórmulas insuficientes de S'Gravesande y de Royer-Collard, de Kant y de

Pág.

Lachelier. — El determinismo. — Formación del *campo* de las hipótesis: el principio de eliminación.— Regla de probabilidad. — El principio normativo de toda inducción: obligación lógica y contraindicación 233

XII. El fundamento de la inducción.

El problema de la "garantía". — La respuesta se halla en el problema. — C. S. Peirce: la significación de la experiencia. Carácter primitivo de la asimilación como ley de la razón constituyente. — Asimilación y disolución 257

APÉNDICE.

Nota complementaria sobre algunas publicaciones recientes acerca de la teoría de la inducción 273

BIBLIOTECA FILOSÓFICA

(*Dirigida por FRANCISCO ROMERO*)

Max Scheler: ESENCIA Y FORMA DE LA SIMPATÍA.
Un volumen de 375 páginas ..... $ 8.—

George Santayana: TRES POETAS FILÓSOFOS: LUCRECIO, DANTE, GOETHE.
Un volumen de 200 páginas ..... $ 4.—

Guillermo Francovich: FILÓSOFOS BRASILEÑOS.
Un volumen de 110 págs. (2ª edición en prensa)

Otto Weininger: SEXO Y CARÁCTER.
Un volumen de 474 págs. (2ª edición en prensa)

Rodolfo Mondolfo: EL PENSAMIENTO ANTIGUO. HISTORIA DE LA FILOSOFÍA GRECO-ROMANA.
Dos volúmenes de 700 págs. (2ª ed. en prensa)

Kant: CRÍTICA DE LA RAZÓN PURA (Estética trascendental y Analítica trascendental).
Un volumen de 364 págs. (2ª ed.) .. $ 6.—

Ángel Vassallo: NUEVOS PROLEGÓMENOS A LA METAFÍSICA.
Un volumen de 216 págs. (2ª edición en prensa)

Max Scheler: EL PUESTO DEL HOMBRE EN EL COSMOS.
Un volumen de 142 páginas ..... $ 2.50

Alberto Wagner de Reyna: LA ONTOLOGÍA FUNDAMENTAL DE HEIDEGGER (Su motivo y significación).
Un volumen de 138 págs. (2ª edición en prensa)

David Hume: INVESTIGACIÓN SOBRE EL ENTENDIMIENTO HUMANO.
Un volumen de 224 págs. (2ª edición en prensa)

Carlos Vaz Ferreira: SOBRE LOS PROBLEMAS SOCIALES.
Un volumen de 174 págs. (2ª edición en prensa)

Leibniz: TRATADOS FUNDAMENTALES (Primera serie).
Un volumen de 148 págs. (2ª edición en prensa)

Ángel Vassallo: ELOGIO DE LA VIGILIA.
Un volumen de 102 págs. (2ª edición en prensa)

Víctor Brochard: ESTUDIOS SOBRE SÓCRATES Y PLATÓN.
Un volumen de 230 págs. (2ª edición en prensa)

Ricardo Micelli: LA FILOSOFÍA ITALIANA ACTUAL.
Un volumen de 338 páginas ..... $ 5.—

George Berkeley: TRATADO SOBRE LOS PRINCIPIOS DEL CONOCIMIENTO HUMANO.
Un volumen de 180 págs. (2ª edición en prensa)

S. M. *Neuschlosz*: ANÁLISIS DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO.
Un volumen de 290 págs. (2ª edición) $ 7.—

Carl Gebhardt: SPINOZA.
Un volumen de 174 páginas ..... $ 2.50

Francisco Romero, Ángel Vassallo, Luis Aznar: ALEJANDRO KORN.
Un volumen de 142 páginas ..... $ 2.50

Santo Tomás de Aquino: DEL ENTE Y DE LA ESENCIA.
Un volumen de 78 págs. (2ª edición) $ 2.—

Paul Valéry: EL ALMA Y LA DANZA. EUPALINOS O EL ARQUITECTO.
Un volumen de 173 págs. (2ª edición) $ 3.50

Carlos Vaz Ferreira: FERMENTARIO.
Un volumen de 190 páginas ..... $ 3.—

Joaquín Xirau: LA FILOSOFÍA DE HUSSERL. UNA INTRODUCCIÓN A LA FENOMENOLOGÍA.
Un volumen de 254 págs. (2ª edición en prensa)

Dante: DE LA MONARQUÍA.
Un volumen de 160 páginas ..... $ 2.50

Giordano Bruno: DE LA CAUSA, PRINCIPIO Y UNO.
Un volumen de 156 páginas ..... $ 2.50

Leopoldo Hurtado: ESPACIO Y TIEMPO EN EL ARTE ACTUAL.
Un volumen de 130 págs. (2ª edición en prensa)

Manuel García Morente: LECCIONES PRELIMINARES DE FILOSOFÍA.
Un volumen de 410 págs. (2ª edición) $ 8.—

Francis Bacon: LA NUEVA ATLÁNTIDA.
Un volumen de 207 páginas ..... $ 3.50

Marcos Victoria: ENSAYO PRELIMINAR SOBRE LO CÓMICO.
Un volumen de 200 págs. (2ª edición en prensa)

Francisco Romero: FILOSOFÍA CONTEMPORÁNEA (Estudios y notas).
Un volumen de 212 páginas ..... $ 4.50

Alejandro Korn: LA LIBERTAD CREADORA.
Un volumen de 152 páginas ..... $ 4.—

Claude Bernard: INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LA MEDICINA EXPERIMENTAL.
Un volumen de 310 páginas ..... $ 5.—

Charles Renouvier: LOS DILEMAS DE LA METAFÍSICA PURA.
Un volumen de 229 páginas ..... $ 5.—

Emilio Oribe: TEORÍA DEL NOUS.
Un volumen de 256 páginas ..... $ 5.—

Alfred North Whitehead: MODOS DE PENSAMIENTO.
Un volumen de 200 páginas ..... $ 4.50

GUILLERMO FRANCOVICH

Nació en Sucre (Bolivia) en 1901. Realizó sus estudios universitarios en la Facultad de Derecho de su ciudad natal. Se graduó de abogado en 1921, y al año siguiente entró a formar parte del cuerpo docente de la Facultad ocupando la cátedra de Filosofía del Derecho.

Ingresó en 1929 al servicio diplomático de su país, y desempeñó el cargo de Secretario de Legación en varias capitales americanas. Fué delegado a la reunión de jurisconsultos celebrada en Montevideo el año 1940. En 1941 fué designado Subsecretario de Relaciones Exteriores, y a poco se le encomendó una de las más delicadas e importantes funciones en el servicio exterior de su país, el cargo de Ministro Plenipotenciario en la capital del Paraguay. Las graves preocupaciones de la diplomacia no le impidieron mientras tanto desarrollar una activa obra intelectual especialmente en el campo de la filosofía.

Actualmente es Rector de la Universidad Mayor de San Francisco Javier, de Sucre, la antigua e ilustre Universidad de Charcas.

Entre sus escritos figuran: *Supay* (diálogos filosóficos); *Los ídolos de Bacon; Filósofos brasileños* (publicado en esta Biblioteca); *Pachamama* (diálogo sobre el porvenir de la cultura en Bolivia); *Humanismo latinoamericano*. En la extensa nota que ha dedicado al libro *Filósofos brasileños* en la revista *Philosophy and Phenomenological Research* (VI, 4), el eminente profesor Edgar S. Brightman, de la Universidad de Boston, expresa que todos los americanos tienen con el Dr. Francovich una deuda de gratitud por la presentación de una abundante información histórica inaccesible hasta ahora.

Próximamente saldrá en esta Biblioteca otro libro de Francovich, *La filosofía en Bolivia*, producto de severas indagaciones en los archivos de su patria, que importa una contribución sumamente valiosa no sólo a la filosofía, sino también a la historia general de las ideas en América.

FICHERO DE LA BIBLIOTECA FILOSÓFICA

RISIERI FRONDIZI

Después de graduarse de profesor en filosofía en el Instituto Nacional del Profesorado de Buenos Aires, viajó a los Estados Unidos obteniendo el título de "M. A. in Philosophy" en la Universidad de Michigan. La beca Carnegie, que ganó por concurso, le permitió estudiar en la Universidad de Harvard bajo la dirección de los filósofos A. N. Whitehead, W. E. Hocking y C. I. Lewis y del psicólogo W. Koehler. A su regreso de los Estados Unidos ocupó la Dirección del Departamento de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Tucumán que contaba tan sólo un año de vida y que adquirió rápidamente merecido prestigio. Al lograr dos años después la transformación del Departamento en Facultad fué designado Director de la misma y más tarde su delegado ante el H. C. Superior. En 1913 representó a la Universidad de Tucumán en la "Primera Conferencia Interamericana de Filosofía" realizada en la Universidad de Yale (Estados Unidos), y tuvo el honor de que se le encomendara la disertación inaugural de dicha Conferencia. En la actualidad ocupa las cátedras de Lógica, Historia de la Filosofía y Estética en la Facultad de Filosofía y Letras de Tucumán.

Numerosos artículos publicados en revistas del país y del extranjero revelan su capacidad y vocación filosóficas. Deben destacarse, en particular, los siguientes: *Direcciones de la filosofía norteamericana contemporánea* (1936); *Influencia de Descartes sobre el idealismo de Berkeley* (1937); *Descartes y la filosofía inglesa del siglo XVII* (1938); *La filosofía como actividad esencialmente humana* (1939); *Conceptos fundamentales de la metafísica de Whitehead* (1941); *Tendencies in Contemporary Latin-American Philosophy* (1943); *Panorama de la filosofía latinoamericana contemporánea* (1944).

Ha traducido varias obras inglesas de filosofía —entre otras los *Principios del conocimiento humano* de George Berkeley publicados por esta Editorial— y pronunciado conferencias sobre temas de su especialidad en las Universidades de México, Mayor

de San Marcos (Lima), Chile, Michigan, Harvard, Yale, Texas, etc. Desde 1939 tiene a su cargo la sección de filosofía del *Handbook of Latin-American Studies* que publica anualmente la Universidad de Harvard.

En su última obra, *El punto de partida en el filosofar*, que aparecerá próximamente en la Biblioteca Filosófica, pone de manifiesto su calidad de pensador original, al exponer una concepción largamente meditada y que abre nuevas posibilidades a la investigación filosófica. Se agregará así un título a la serie de libros que en esta colección atestiguan la vitalidad y hondura del nuevo pensamiento americano.

ARCHIVO DE LA BIBLIOTECA FILOSÓFICA

La acogida dispensada por los estudiosos de filosofía a esta BIBLIOTECA *nos ha incitado a crear el* ARCHIVO DE LA BIBLIOTECA FILOSÓFICA, *destinado a aprovechar el aporte de críticos y lectores para el mejoramiento de los textos.*

En el Archivo se llevará una carpeta para cada obra editada, en la que se recogerán las críticas aparecidas en revistas y diarios y las indicaciones que los lectores nos remitan.

Se ruega, pues, el envío de observaciones de cualquier índole aptas para el propósito enunciado, atinentes a estilo y lenguaje, fidelidad de las versiones, etc., como asimismo la remisión de cualquier artículo o nota bibliográfica que se publique sobre los libros de la colección.

El material acumulado para cada libro se reservará hasta tanto se deba preparar la reimpresión de la obra, considerándose entonces con detenimiento las observaciones recibidas, juntamente con las que haya ido reuniendo la Dirección de la Biblioteca, para introducir en el texto las modificaciones a que hubiere lugar.

Confiamos en obtener de esta manera una contribución eficaz en la depuración de los libros publicados en la Biblioteca, para algunos de los cuales está ya prevista la reimpresión, e invitamos cordialmente al lector a cooperar con nosotros de este modo en el sucesivo mejoramiento de nuestras ediciones.

Los envíos sobre los cuales no se mantendrá más correspondencia que el acuse de recibo, deberán remitirse a

ARCHIVO DE LA "BIBLIOTECA FILOSÓFICA"
EDITORIAL LOSADA, S. A.